Aus der Universitäts-Nervenklinik und Poliklinik Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. O. Schrappe

DIE LIPIDZUSAMMENSETZUNG DES ZENTRALNERVENSYSTEMS, DES LIQUOR CEREBROSPINALIS UND DES BLUTES UNTER EINSCHLUSS DER FETTSÄUREZUSAMMENSETZUNG DER EINZELNEN LIPIDE

Ein Versuch zur überschauenden Zusammenfassung der in der bisherigen Literatur angegebenen Werte über die Lipide in der Substanzanalyse des Zentralnervensystems, des Liquor cerebrospinalis und des Blutes

INAUGURAL - DISSERTATION

verfaßt und der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Berthold Goebel
aus Würzburg

Würzburg, den 31.10.1972

Aus der Universitäts-Nervenklinik und Poliklinik Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. O. Schrappe

DIE LIPIDZUSAMMENSETZUNG DES ZENTRALNERVENSYSTEMS, DES LIQUOR CEREBROSPINALIS UND DES BLUTES UNTER EINSCHLUSS DER FETTSÄUREZUSAMMENSETZUNG DER EINZELNEN LIPIDE

Ein Versuch zur überschauenden Zusammenfassung der in der bisherigen Literatur angegebenen Werte über die Lipide in der Substanzanalyse des Zentralnervensystems, des Liquor cerebrospinalis und des Blutes

INAUGURAL - DISSERTATION

verfaßt und der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Berthold Goebel
aus Würzburg

Würzburg, den 31.10.1972

Referent: Prof. Dr. med. O. Schrappe
Korreferent: Priv. Doz. Dr. Gerhard Liebaldt
Dekan: Prof. Dr. Karl Heinz Weis

Tag der mündlichen Prüfung: 18. 12. 1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I.	Einleitung mit einem kurzen Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Lipidanalyse des Zentralnervensystems, des Liquor cerebrospinalis und des Blutes.	1
II.	Zielsetzung	6
III.	Einteilung der Lipide	8
IV.	Ergebnisse	20
	1. Quantitative Angaben über den Gehalt der drei Medien, Zentralnervensystem, Liquor cerebrospinalis und Blut, an den einzelnen Lipidfraktionen	
	2. Angaben der Lipidfraktionen in % der Gesamtlipide und der Phosphatide	
	3. Angaben über den anteilmäßigen Gehalt der einzelnen Lipide an Fettsäuren	
V.	Zusammenfassung	185
VI.	Literaturverzeichnis	I - XIX

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543512_0085

I. EINLEITUNG

Während der letzten fünfzig Jahre hat die Zusammensetzung des Liquor cerebrospinalis zunehmendes Interesse gefunden. Heute ist der Gehalt des normalen Liquor cerebrospinalis an Zellbestandteilen und gelösten Bestandteilen genau bekannt, so daß krankheitsbedingte Veränderungen klar abgegrenzt werden können. Diese Feststellung bedarf jedoch in bezug auf jene Stoffe, die unter der Bezeichnung Lipide zusammengefaßt werden, einer Einschränkung. Hier befindet sich die Forschung in Abhängigkeit von der Entwicklung neuer Untersuchungstechniken noch durchaus im Fluß.

Auch heute ist man noch nicht in der Lage, den Normalgehalt des Liquor cerebrospinales an Lipiden exakt anzugeben, wenngleich große Fortschritte gemacht wurden; das stellte TOURTELOTTE mit Recht fest, als er 1962 den Kenntnisstand auf diesem Gebiet mit demjenigen verglich, den er 1958 auf Grund umfangreicher Literaturstudien erarbeitet hatte.

Wie eng der Lipidgehalt des Liquor cerebrospinalis mit dem der beiden Medien Blut und Zentralnervensystem in Zusammenhang steht, läßt sich aus der Anatomie und Physiologie dieser Medien ableiten. Bekanntlich wird der Liquor cerebrospinalis über die Plexus chorioidei aus dem Blut in den Liquorraum sezerniert. Man schätzt die täglich produzierte Flüssigkeitsmenge auf etwa 500 ml (SCHALTENBRAND; RECKEL und SCHRAPPE). Von den inneren liquorführenden Räumen des Gehirns erfolgt der Abstrom des Liquors durch die Aperturae medianae et laterales ventriculi quarti in den äußeren liquorführenden Raum, den Subarachnoidalraum mit den verschiedenen Cysternen. Hier sind auch jene Gewebestrukturen enthalten, die den Liquor cerebrospinalis resorbieren und dem Blut direkt oder über das Lymphsystem wieder zuführen.

Die von den Plexus sezernierte Urliquor genannte Flüssigkeit stimmt in ihrer Zusammensetzung nicht mit dem Liquor cerebrospinalis überein, den man durch Suboccipital- oder Lumbalpunktion gewinnt. Man schließt daraus, daß die Flüssigkeit während der Passage der Strukturen, die zwischen Sekretions- und Resorptionsort liegen, mit weiteren Inhaltsstoffen angereichert wird. Es finden sich Hinweise für die Annahme, daß ein regelrechter Austausch von Inhaltsstoffen zwischen Liquor cerebrospinalis und den angrenzenden Gewebestrukturen stattfindet. Die Physiologie dieses Stoffaustausches ist jedoch weitgehend unbekannt.

So läßt sich mit Hilfe radioaktiv markierter Lipide beispielsweise zwar nachweisen, daß Lipide oft sehr schnell aus dem Liquor cerebrospinalis in das Zentralnervensystem aufgenommen werden, doch konnten Anhaltspunkte für den Austausch in entgegengesetzter Richtung nicht beobachtet werden. Bestünde ein Stoffaustausch in dieser Richtung, so wäre die Liquoruntersuchung auf Lipidveränderungen eine relativ einfache Methode, mehr oder minder schwere Veränderungen des Lipidchemismus des Zentralnervensystems intra vitam nachzuweisen. Doch zunächst ist die Möglichkeit eines Lipidübertrittes aus dem Zentralnervensystem in den Liquor cerebrospinalis auf ihre theoretischen Voraussetzungen zu überprüfen.

Ein Abwandern von Lipiden aus einem lipidreichen Medium wie dem Zentralnervensystem, dessen weiße Substanz - bezogen auf sein Trockengewicht - etwa 65 % und dessen graue Substanz etwa 30-40 % Lipide enthalten, in ein wässriges Medium nach Art des Liquor cerebrospinalis mit einem spezifischen Gewicht von etwa 1005 setzt ihre Bindung an Proteine voraus, da nur auf diese Weise die notwendige Wasserlöslichkeit erzielt werden kann. Nach Befunden von TOURTELOTTE und anderen Autoren sind die Liquorlipide an β_1-Globuline gebunden. Im Krankheitsfalle finden sie sich auch als β-Lipoproteide. Im Gehirn wurden derartige nicht zellgebundene Lipoproteide kürzlich bei Tieren von HERSCHKOWITZ und Mitarbeitern gefunden.

Da die inneren liquorführenden Räume nur durch ein einschichtiges Ependym ausgekleidet sind, welches nach anatomischen Arbeiten (Zusammenfassung bei DAVSON 1967) und elektronenoptischen Befunden (BRIGHTMAN und PALAY 1963; TENNYSON und PAPPAS 1962) einen Stoffdurchtritt erlauben könnte, ist in diesem Bereich der Berührungsstellen zwischen den beiden Medien Zentralnervensystem und Liquor cerebrospinalis also durchaus mit der Möglichkeit auch einer Zumischung von Lipoproteiden in den Liquor cerebrospinalis zu rechnen. Die Zusammensetzung dieser zugemischten Lipoproteide sollte am ehesten derjenigen ähneln, die im subependymalen Gewebe vorhanden ist. Man sollte deshalb Lipoproteide aus weißer und grauer Substanz erwarten.

Andere Verhältnisse liegen im Subarachnoidalraum vor. Hier trennt die mehr bindegewebig aufgebaute Pia mater den Liquorraum von ausschließlich grauen Hirnteilen, der Hirnrinde. Der Blutgefäßreichtum der Pia mater, aber auch der der Arachnoidea als der äußeren Begrenzung des liquorführenden Raumes, eröffnen die Möglichkeit, daß sowohl im Blut zirkulierende bluteigene als auch aus der Hirnrinde stammende Lipoproteide dem Liquor cerebrospinalis zugemischt werden.

Die Menge der Lipoproteide, die dem Liquor cerebrospinalis auf seinem Weg vom Ort seiner Produktion zum Ort seiner Resorption von den umgebenden Strukturen zugeführt werden, hängt in erster Linie davon ab, wie schnell der Liquor cerebrospinalis die Grenzflächen passiert und inwieweit seine Strömung homogen erfolgt. Eine Untersuchung über diese Zusammenhänge liegt noch nicht vor.

Aus klinischer Sicht reduzieren sich die aufgeworfenen Probleme wesentlich dadurch, daß bei einer Entnahme größerer Liquormengen, wie sie für eine differenzierte Untersuchung der Liquorlipide notwendig sind, immer Mischliquor gewonnen wird, der je nach dem Ort der Entnahme in verschiedenem Ausmaß von Liquor aus den inneren bzw.

äußeren liquorführenden Räumen gebildet wird. Selbst eine Entnahmeart, wie sie von RECKEL und SCHRAPPE entwickelt und für die Gewinnung von Liquor für Lipidanalysen von SCHRAPPE und Mitarbeitern angewandt wurde, kann nur die Zumischung von Liquor aus dem Spinalraum vermeiden. Eine getrennte Gewinnung von Liquor aus inneren bzw. äußeren liquorführenden Räumen ist ohne operativen Eingriff, z. B. Ventrikelpunktion, nicht möglich.

Bei dieser Sachlage ergab sich die Frage, ob aus den Ergebnissen der Liquorlipiduntersuchungen im Mischliquor etwa Rückschlüsse auf den Herkunftsort bestimmter Lipide gezogen werden könnten. Ihre Beantwortung setzt eine genaue Kenntnis der Lipidzusammensetzung jener Strukturen und Medien voraus, mit denen der Liquor in räumliche Beziehung tritt.

Ein Blick in die Forschungen der vergangenen Jahrzehnte zeigt, daß Untersuchungen der Lipidzusammensetzung des Liquor cerebrospinalis zunächst deshalb kaum Erfolge zeitigten, weil die zur Verfügung stehender Methoden die minimalen Konzentrationen von wenigen Milligramm Substanz in hundert Millilitern Cerebrospinalflüssigkeit kaum oder gar nicht erfassen konnten. TOURTELOTTE und Mitarbeiter resumierten 1958 nach kritischem Literaturstudium, daß die bis dahin mitgeteilten Werte über die Lipidfraktionen der Cerebrospinalflüssigkeit entsprechend wenig einheitlich waren. Vier Jahre später konnte er feststellen, daß die Untersuchungen in der Zwischenzeit einen "großen Fortschritt" gemacht hatten. Erst seit dieser Zeit steht es zweifelsfrei fest, daß Lipide regelmäßig im Liquor cerebrospinalis Gesunder vorkommen.

Während zunächst nur Gruppen von Lipiden erfaßt wurden, so die phosphorhaltigen Lipide oder die " nonphosphorus containing sphingolipid"-Gruppe durch TOURTELOTTE 1959, eröffnete die Verbesserung der Aufbereitungs- und Trennungsmethoden verschiedene Wege, die Gruppen zu fraktionieren und sogar Unterfraktionen einzelner Lipide zu bestimmen.

Besonders die Techniken der Chromatographie erweiterten die Möglichkeiten, die einzelnen Lipidfraktionen deutlich und scharf von einander zu trennen. CURTIS und SEIPEL (1961) benutzten als Adsorptionsmittel mit Salizylsäure imprägniertes Glaspapier; BLOMSTRAND und NAKAYAMA (1961) verwandten zur Auftrennung die Papierchromatographie und zur quantitativen Analyse der gewonnenen Fraktionen die Neutronenaktivierung. Hauptsächlich STAHL (1956) arbeitete die Technik der Dünnschichtchromatographie aus, welche sich bei der Liquorlipidanalyse als besonders fruchtbar erwies. Über ihre Anwendung zur quantitativen Bestimmung der Lipide des Zentralnervensystems wurde von DAVISON und GRAHAM-WOLFAARD (1964) und JATZKEWITZ (1964) berichtet. Mittels solcher Methoden auf einer Salizylgelschicht örtlich voneinander getrennte Substanzen können mit ihrem indifferenten Träger gelöst und einer weiteren Mikroanalyse zugeführt werden. Weniger genau, aber für orientierende Bestimmungen geeignet, und Verfahren nach Art der von PAYNE (1964) beschriebenen densitrometrischen Bestimmung der angefärbten Platten von Gehirnlipiden nach dünnschichtchromatographischer Trennung.

Eine noch weitergehende genauere Identifizierung der Lipide wurde durch die Einführung der Gaschromatographie in den Analysengang möglich. So trennt man die aus den Medien extrahierten Lipide zunächst dünnschichtchromatographisch. Die erhaltenen getrennten Fraktionen werden dann hydrolisiert oder umgeestert und die dabei entstandenen freien Fettsäuren bzw. ihre Methylester gaschromatographisch identifiziert und quantitativ erfaßt.

II. ZIELSETZUNG

Im Lipidchemischen Laboratorium der Universitäts-Nervenklinik Marburg wurde von SCHRAPPE, STÖCKERT und Mitarbeitern mehrere Jahre lang die Lipidzusammensetzung des Liquor cerebrospinalis mit modernen Mikroverfahren untersucht. Da man von vornherein davon ausging, daß Gehalt und Art der Lipide im Liquor cerebrospinalis von der Lipidzusammensetzung des Blutserums abhängen könnte, wurden simultan auch Serumanalysen vom gleichen Patienten durchgeführt. Auf diese Weise konnte das individuelle Liquor-Serum-Verhältnis für jeden Einzelfall bestimmt werden. Die bisher gewonnenen Ergebnisse zeigen, daß dieses Verhältnis für die verschiedenen Lipidfraktionen nicht einheitlich ist. Hieraus ergibt sich eine weitere Stützung der in der Einleitung geäußerten Vermutung, der Liquor cerebrospinalis erhalte auf seinem Wege zwischen Produktions- und Resorptionsorten eine Zumischung hirneigener Lipide. Die Interpretation der gewonnenen Befunde scheiterte bisher daran, daß die genauere Zusammensetzung der Lipide der dem Liquorraum benachbarten Hirnstrukturen kaum bekannt war und die darüber auskunftgebende Literatur weit verstreut ist. In der vorliegenden Arbeit wird daher der Versuch unternommen, die in der Literatur mitgeteilten Analyseergebnisse zusammenzufassen, sie eventuell vergleichbar zu machen und - wo möglich - Normal-, bzw. Mittelwerte zu errechnen.

Angaben über einzelne Normalwerte finden sich vor allem in Arbeiten, in denen Veränderungen der Lipidzusammensetzung des Zentralnervensystems bei bestimmten Krankheiten beschrieben und Kontrollwerte bestimmt wurden. Daraus erklärt sich zum Teil die überraschend große Inhomogenität des zusammengetragenen Materials, da verläßliche Vergleichswerte wegen unterschiedlicher chemisch-analytischer Methoden, Berechnungen und Maßangaben in der Literatur schwierig zu erarbeiten sind.

Der Vollständigkeit halber und zu Vergleichszwecken wurden die in der Literatur mitgeteilten für Gesunde typischen Serumlipidspektren ebenfalls in die Arbeit aufgenommen. Auf diese Weise entstand eine Übersicht über die als normal angesehenen Lipidzusammensetzungen von Zentralnervensystem, Liquor cerebrospinalis und Blut unter Berücksichtigung des Fettsäuremusters.

III. EINTEILUNG DER LIPIDE [x)]

Unter dem Begriff "Lipide" werden heute sämtliche Fette und alle fettähnlichen Verbindungen zusammengefaßt, obwohl bislang im deutschen Sprachbereich der Ausdruck "Lipoide" für die fettähnlichen Substanzen gebräulich war. Da im anglo-amerikanischen Schrifttum der Ausdruck "lipids" sowohl für Fette als auch für fettähnliche Stoffe verwandt wird, ist es im Sinne einer Vereinheitlichung der Nomenklatur vorteilhaft, die Ausdrücke Lipoide und Lipide und lipids synonym zu gebrauchen. Damit wird natürlich eine sinnvolle begriffliche Begrenzung aufgegeben.

Für die im menschlichen Organismus vorkommenden Lipide ergibt sich unter Berücksichtigung der durch KLENK, DEBUCH, ZÖLLNER, WERLE, STAUDINGER und KLINGMÜLLER von der Gesellschaft für Physiologische Chemie empfohlenen Vorschläge zur Vereinheitlichung der Nomenklatur der Neutralfette und der Lipide folgende Einteilung:

Einteilung der Lipide:

I. Fettsäuren
   Neutralfette [+)]
      Mono-, Di- und Triglyceride
      Cholesterin [+)], Cholesterinester [+)]
      Glyceryläther

II. Glycerinphosphatide
      Lecithine, Kephaline einschließlich der Lysoverbindungen,
      Plasmalogene, Inositphosphatide, Kardiolipin.

III. Sphingolipoide
      Sphingomyeline, Zerebroside, Sulfatide, Ganglioside,
      andere Glykosphingolipide

[+)] Cholesterin und Cholesterinester werden im klinischen Sprachgebrauch meist nicht den Neutralfetten zugeordnet, sind aber ihrer Struktur und ihrem Verhalten nach neutrale Lipide.

[x)] Vgl. KAHLKE 1965 und 1966.

Tabelle 1 Übersicht über Lipidklassen und Lipidarten

Gesamtlipide

I. Fettsäuren und Neutrallipide	II. Glycerinphosphatide	III. Sphingolipide	
Mono-, Di-, Triglyceride Cholesterin, Cholesterinester, Glyceryläther	Lecithine, Kephaline (einschl. der Lysoverbindungen), Plasmalogene, Inositphosphatide, Kardiolipin	Sphingomyelin	Zerebroside Sulfatide Ganglioside andere Glykosphingolipide
	Phospholipide		Glycolipide

STRUKTUR DER LIPIDE [x)]

Fettsäuren

Fettsäuren sind Bestandteile aller Lipide mit Ausnahme des unveresterten Cholesterins (freies Cholesterin). Als Aufbauanteile menschlicher Lipide werden sie von vorwiegend gerader Anzahl Kohlenstoffatomen, 12 bis 26 an der Zahl, aufgebaut. Sie kommen gesättigt oder je nach Anzahl der Doppelbindungen einfach oder mehrfach ungesättigt als Monoen- oder Polyensäuren vor. Ausschließlich die cis-configurierten Formen der optischen Isomeren werden im Körper angetroffen. Doppelbindungen sind gesetzmäßig so verteilt, daß ein Divinylmethan-Rhythmus erkennbar wird.

Während die Fettsäuren an Neutralfette und Glycerinphosphatide esterartig gebunden sind, hängen sie den Sphingolipiden peptidartig an. Deshalb bedeuten die Begriffe "nicht veresterte Fettsäuren" und "freie Fettsäuren" Verschiedenes, was bei klinischen Bestimmungsangaben im allgemeinen nicht berücksichtigt wird, weil die peptidartig gebundenen Fettsäuren unbedacht den "veresterten" zugerechnet werden.

Mono-, Di- und Triglyceride

Mono-, Di- und Triglyceride sind als Fettsäureester des dreiwertigen Alkohols Glycerin die "eigentlichen Fette". Je nachdem, ob die drei Hydroxylgruppen mit drei gleichen, zwei oder drei verschiedenen Fettsäuren verestert sind, spricht man von einem ein-, zwei- oder dreisäurigen Triglycerid. Bei Mono- oder Diglyceriden, die gegenüber den Triglyceriden nur in geringen Mengen vorkommen, sind nur eine oder zwei Hydroxylgruppen des Glycerins verestert.

Mono- und Diglyceride spielen wahrscheinlich eine Rolle bei der Fettresorption und treten als Zwischenstufen der Triglycerid- und teilweise auch der Glycerinphosphatidsynthese auf. Die Triglyceride be-

---

[x)] Vgl. KAHLKE 1965 und 1966.

sitzen mit ihrer sehr kurzen biologischen Halbwertszeit ein wichtiges Reservoir für freie Fettsäuren, die schnell abgespalten werden können; ferner bilden die Triglyceride das wichtigste Energiedepot des Körpers.

Eine Vermehrung der Mono-, Di- und Triglyceride findet man bei essentieller Hyperlipidämie, sekundärem Diabetes, Myxödem, nephrotischem Syndrom, Pancreatitis u.a.. Ebenso tritt sie auf bei essentieller familiärer Hypercholesterämie als Begleithyperlipidämie sowie bei verzögerter "Fettklärung" der aus der Nahrung resorbierten und resynthetisierten Plasmatriglyceride.

Cholesterin und Cholesterinester.

Das Cholesterin ist ein einwertiger Alkohol, der im Körper in Mengen von 1,5 bis 2 g pro Tag aus aktivierter Essigsäure synthetisiert wird. Zusätzlich wird es aus der Nahrung resorbiert. Meist kommen Cholesterin und Cholesterinester im organspezifischen Verhältnis nebeneinander vor, während man im Zentralnervensystem fast ausschließlich freies Cholesterin findet. Das Molekül ist am Membranaufbau beteiligt, und zwar besonders in Nervenzellen und Myelinscheiden. Es liefert das Sterangerüst für Gallensäuren, Steroidhormone aus Keimdrüse und Nebennierenrinde sowie für das Vitamin D.

Bei essentieller familiärer Hypercholesterinämie ist das Cholesterin vermehrt. Intrazelluläre Vermehrung erfährt es besonders in Granulomen des Morbus Hand-Schüller-Christian sowie im retikuloendothelialen System bei der An-β-lipoproteinämie.

Glycerinphosphatide

Den Glycerinphosphatiden ist als Grundbaustein die Diglyceridphosphorsäure gemein. Beim Lecithin ist an die Phosphorsäure die quar-

täre Ammoniumbase Cholin angeestert, beim Kephalin Serin oder Äthanolamin (Kolamin), beim Inositphosphatid der zyklische Alkohol Inosit. Plasmalogene unterscheiden sich von den Lecithinen und Kephalinen dadurch, daß an die Stelle einer angeesterten Fettsäure ein enolätherartig gebundenes Aldehyd mit meist 16 oder 18 Kohlenstoffatomen tritt.

Das Lezithin kommt in jeder Zelle vor, gehäuft aber in den Strukturen des Zentralnervensystems und der peripheren Nervengewebe. Seine Fettsäurezusammensetzung in den verschiedenen Organen kann stark variieren. Lezithin ist am Membranaufbau beteiligt und wirkt außerdem möglicherweise am Phosphatidsäurezyklus des Ionentransportes, der Natriumpumpe, mit. Im Zuge von Hyperphosphatidämien, z.B. bei essentieller familiärer Hypercholesterinämie ist es vermehrt.

Die Kephaline sind den Lezithinen, in die sie durch Methylierung überführt werden können, eng verwandt. Serin ist die biologische Vorstufe des Kolamins, in das es durch Decarboxylierung verwandelt wird. Es besteht also eine biologische Synthesekette vom Serin zum Kolamin, das in Kephalinen enthalten ist, und weiter zum Cholin, das die Lezithine charakterisiert. Die Kephaline kommen häufig gemeinsam mit den Lezithinen vor. Man trifft sie in jeder Zelle an, besonders in denen des Rückenmarks und der peripheren Nerven, aber auch in grauer und weißer Substanz sowie Thrombocyten.

Bei Hyperphosphatidämien, etwa bei Hyperlipidämien und Atherosklerose, sind Kephaline stärker als andere Phosphatide vermehrt. Die Plasmalogene kommen im Fett, in der Muskulatur, in der grauen und weißen Hirnsubstanz, im Rückenmark und in peripheren Nerven vor. Inositphosphatide kommen mit anderen Phosphatiden vergesellschaftet vor und sind von diesen schwer zu trennen.

Sphingolipide

Den Sphingolipiden ist gemein, daß die Stelle des Glycerins der Glycerinphosphatide der Aminoalkohol Sphingosin, 1 - 3 - Dihydroxy - 2 - amino - 4 octadecan einnimmt. Der Grundbaustein der Sphingolipide ist das Ceramid. Es entsteht dadurch, daß eine Fettsäure peptidartig an das Sphingosin, also an die NH_2-gruppe des ß - Kohlenstoffatoms gebunden wird. An dieses N-acylsphingosin ist bei den Sphingomyelinen wie beim Lezithin am ß - Kohlenstoffatom über Phosphorsäure Cholin gebunden.

Das Sphingomyelin kommt in jeder Zelle vor, besonders aber im Rückenmark in grauer und weißer Substanz des Gehirns und im peripheren Nerven. Als Membranbildner ist es wesentlicher Bestandteil der Myelinscheiden.

Beim Morbus Niemann-Pick liegt es vermehrt und in Milz, Leber, Knochenmark, Lymphknoten, Gehirn und anderen Organen gespeichert vor. Bei Leukodystrophie ist es in den Herden vermindert. Im Zuge der Waller'schen Degeneration wird primär Cholin abgespalten, so daß Ceramidphosphat angereichert wird.

Die Zerebroside sind phosphorfrei und enthalten anstelle des Phosphors und der Base die Zucker Galactose oder Glucose, so daß man Galactozerebroside und Glucocerebroside unterscheiden kann. KLENK und DOSS isolierten Untergruppen U_1 bis U_3, die sich bei der Säulenchromatographie von den übrigen Cerebrosiden absetzten. Durch Abspaltung der peptidartig gebundenen Fettsäure entsteht aus den Cerebrosiden das Psychosin.

Die Cerebroside kommen im zentralen und peripheren Nervengewebe vor, im Gehirn zum geringeren Teil als Glucocerebroside, in den übrigen Organen fast ausschließlich als Galactocerebroside. Die vier vorherrschenden Galactocerebrosidfraktionen sind Kerasin, das Lignocerinsäure enthält, Zerebron mit der Zerebronsäure, Nervon mit

der Nervonsäure und Oxynervon mit der Oxynervonsäure.

Eine Vermehrung der Cerebroside liegt beim Morbus Gaucher vor, bei dem eine Speicherung in Milz, Leber, Knochenmark und anderen Organen erfolgt. Bei einigen Leucodystrophien sind Cerebroside fokal vermindert.

Die Sulfatide sind Cerebrosidschwefelsäureester. Sie entstehen aus den Cerebrosiden durch Veresterung der primären Alkoholgruppe der Galactocerebroside. Sie kommen überall im Nervengewebe mit den Cerebrosiden vergesellschaftet vor. Im Gehirn ändert sich während des Wachstums das Verhältnis dieser beiden Substanzen zueinander von einem Verhältnis von Sulfatiden zu Cerebrosiden von vier bis fünf zu eins beim Neugeborenen bis kleiner als eins beim Erwachsenen. Für die weiße Hirnsubstanz ist dieses Verhältnis konstant größer als eins, etwa 4 zu 1. Bei der metachromatischen Leucodystrophie Typ Scholz erfahren die Sulfatide bei gleichzeitiger Phosphatidabnahme in der weißen Substanz eine starke Vermehrung.

Die Ganglioside unterscheiden sich von den Sphingomyelinen und Cerebrosiden sowie Sulfatiden durch ihren Gehalt an einem oder mehreren Molekülen Neuraminsäure und Aminozucker. Neben Sphingosin kommen als Alkohole auch Dihydrosphingosin und die Base Gangliosin und Dihydrogangliosin vor. Die Ganglioside sind eine mannigfaltige Gruppe der Lipide. Durch Variation der Fettsäuren und Kohlenhydratsubstitution zu Mono- und Oligosacchariden ergibt sich eine Vielzahl möglicher Substanzen. Ganglioside kommen im Zentralnervensystem, in der Milz, im Serum, im Erythrocytenstroma und anderen Organen vor.

KLENK und Mitarbeiter (1966) unterscheiden folgende Ganglioside: A_{01}, A_{02}, A_1, A_2, B, C_1, C_2, C_3 und D. HOOFT und Mitarbeiter (1969) stellten die Terminologie der Ganglioside bei verschiedenen Autoren zusammen.

Tabelle 2 Terminologie der Ganglioside, wie sie bei verschiedenen Autoren verwendet wird.

Struktur	KUHN and WIEGANDT 1964	SVENNERHOLM 1964	KLENK 1964	KOREY and GONATAS 1963	NORTON u. M. 1966	SUZUKI u. M. 1966
Ceramid - glc - gal - NANA	G_{LACT}	G_{M_3}	B_2	G_6		
Ceramid - glc - gal - galNac NANA	G_{GNTr}^{II}	G_{M_2}	A_1	G_5		
Ceramid - glc - gal - galNac - gal NANA	G_{GNT}^{I}	G_{M_1}	A_2	G_4		
Ceramid - glc - gal - galNac - gal - NANA NANA	G_{GNT}^{II}	G_{D_1a}	B_1	G_3		G_{3A}
Ceramid - glc - gal - galNac - gal NANA - NANA	G_{GNT}^{III}	G_{D_1b}	C_1	G_2		G_{2A}
Ceramid - glc - gal - galNac - gal - NANA NANA - NANA	G_{GNT}^{IV}	G_{T_1}	C_3	G_1		
Ceramid - glc - gal - galNac - gal - NANA NANA - NANA NANA	G_{GNT}^{V}					

Abkürzungen: NANA: N-acetyl-neuraminsäure, glc: glucose, gal: galactose, galNac: N-acetylgalactosamin

Aus: HOOFT, C., L. SENESAEL, M. J. DELBEKE, J. KINT, G. DACREMONT
The GM_1 Gangliosidosis (Landing Disease) Europ. Neurol. 2 : 225 - 241 (1969)

Bei der amaurotischen Idiotie Typ Tay-Sachs erfolgt eine Speicherung bestimmter Ganglioside in den Ganglienzellen vor allem des Zentralnervensystems. Beim Pfaundler-Hurler-Syndrom sind bei gleichzeitiger Verminderung der Phosphatide die Ganglioside in den Nervenzellen erhöht.

Andere Glycosphingolipide, den Cerebrosiden und Gangliosiden ähnlich, zeichnen sich dadurch aus, daß sie Hexosamine enthalten und ihnen die Neuraminsäure fehlt.

		R_1	R_2	R_3	R_4
Phosphatide	Lecithine	H	$-O-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-R$ Fettsäureester	$-O-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-R$	Phosphorylcholin
	Kephaline				Phosphoryläthanolamin Phosphorylserin
	Inositphosphatide				Inositidphosphat
Plasma-logene		H	$-O-\overset{H}{\underset{|}{C}}=\overset{H}{\underset{|}{C}}-R$ F.S. enoläther	$-O-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-R$ Fettsäureester	Phosphorylcholin Phosphoryläthanolamin
Sphingolipoide	Sphingomyelin	OH	$-\overset{H}{\underset{|}{C}}=\overset{H}{\underset{|}{C}}-C_{13}$ einfach ungesättigter C_{15}- k.w.	$-\overset{H}{\underset{|}{N}}-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-R$ Fettsäureamide	Phosphorylcholin
	Cerebroside				Hexosen
	Sulfatide				Hexose-6-sulfat
	Ganglioside				Hexosen, Hexosamine N-acetylneuraminsäure NANA
					als Phosphorsäureester oder Glykoside

Grundgerüst der Glycerin- und Sphingosinlysoide

$$\begin{array}{l} R_1 \\ | \\ CH-R_2 \\ | \\ CH-R_3 \\ | \\ CH-R_4 \end{array}$$

an $R_2 + R_3$ sitzen die hydrophoben Gruppen, an R_4 die Hydrophilen

Die in dieser Arbeit verwandten mittleren Molekulargewichte, nach denen die in dieser Arbeit durchgeführten Umrechnungen von Gewicht- in Moleinheiten erfolgte, sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 4

Stoff	Molekulargewicht in der Literatur	Molekulargewicht in dieser Arbeit verwandt	Autor
Cholesterin	386, 64 387, -	386, 64	1
Cholesterinester	641		2
Glycerid	846 857	846	7 3
Phospholipid	738 728 790 775	738	3 10 3 4 1
Lecithin	790 794	750	4 10
Lysolecithin	520		
Colamin-Kephalin Serin - Kephalin	738	695	10
Lysokephalin		500	
Plasmalogen	738 750	750	9
Sphingomyelin	808	800	10
Phosphatfreie Sphingolipide	810		10
Cerebroside	820 810 842 835	820	6 3 1
Sulfatide	850-900	850	
Ganglioside	1380-1850	1620	
Hexose	180, 16	180, 16	8
Hexosamin	179, 17	179, 17	8
NANA	309, 27	309, 27	

Kommentar:

1 nach HERSCHKOWITZ 1968
2 nach FARSTAD 1965
3 nach TOURTELOTTE 1961
4 nach eigenen F. S-Werten, angenähert, für Lecithin
5 nach Biochem. Taschenbuch 1964
6 nach Biochem. Taschenbuch 1964
7 Mischung aus Triolein u. Tripalmitin (50:50)
8 Geigy-Tabellen 1968
9 nach DEBUCH 1965
10 nach TOURTELOTTE u. M. 1962

IV. E R G E B N I S S E

Der Gesamtlipidgehalt grauer und weißer Substanz ist sehr groß. Etwa 65% der weißen Substanz und 35 - 40% der grauen Substanz, bezogen auf das Trockengewicht, sind Lipide. Das Ergebnis der Lipidanalysen hängt deshalb entscheidend von der sauberen Trennung von grauer und weißer Substanz ab, wobei insbesondere darauf zu achten ist, daß Bündel von myelinisierten Fasern die graue Substanz durchziehen. Im Bereich der weißen Substanz sind es insbesonders die Myelinscheiden, im Bereich der grauen Substanz die Neuropilien und weitere intracytoplasmatische Organellmembranen, so besonders die der Mitochondrien, die den Lipidgehalt ausmachen. Hieraus ergeben sich die Verteilungen der Lipidfraktionen abhängig von der Lokalisation im Bereich des Zentralnervensystems und damit der Mischung der lipidgebenden Anteile.

In der vorliegenden Arbeit wurden die von verschiedenen Autoren in den letzten Jahren bestimmten Lipidwerte gesammelt, die in deren Arbeiten als Normalwerte benutzt wurden. Werte von unter fünf Jahre alten Patienten wurden für diese Arbeit nicht berücksichtigt. An dem so erfaßten Zahlenmaterial erfolgten Medianwertbestimmungen, was zur Anwendung vereinheitlichender Umrechnungen zwang.

1.) Erstens wurden alle Werte, soweit möglich, in µMol% umgerechnet.[+)] Die dabei zugrundegelegten mittleren Molekulargewichte sind in Tabelle 4 angegeben. Die bereits in µMol% angegebenen Werte wurden mit Unterstreichung markiert.

2.) Hatte ein Autor mehrere Vergleichswerte erhoben und diese als

---

[+)] Von Feucht- auf Trockengewicht und umgekehrt als Bezug konnte oft mangels Daten nicht umgerechnet werden. Fanden sich beide Angaben, wurden sie getrennt verwertet.

$\bar{x} \pm s$ mitgeteilt, wurden diese nach Umrechnung direkt übernommen. War die Stichprobengröße des angegebenen Wertes größer als 4, wurde der Wert in der graphischen Darstellung als Kreis, Stern oder gefüllter Kreis dargestellt.

3.) Wurden mehrere Einzelwerte von einem Autor aufgeführt, wurden in den Tabellen der von uns errechnete Mittelwert sowie die Stichprobengröße verwandt, in der graphischen Darstellung wurden dagegen die Einzelwerte aufgeführt.

4.) Wurden allein ein Mittelwert mit Stichprobenumfang ohne Standardabweichung angegeben, mußte der Wert wie ein solcher mit einem Stichprobenumfang von 1 behandelt werden.

5.) Von jeder Wertegruppe wurde der Medianwert ermittelt. Waren innerhalb einer Gruppe eine gerade Anzahl von Werten angegeben, wurde der Medianwert durch graphische Mittlung der beiden mittleren Werte in der halblogarithmischen Darstellung gewonnen.

Die der Literatur entnommenen Werte für die verschiedenen Lipidklassen wurden getrennt, geordnet und tabellarisch und graphisch zusammengestellt. Jeder Tabelle folgt eine kurze Besprechung.

Die in der Literatur angegebenen Prozentverteilungen der Lipidklassen untereinander wird in weiteren Tabellen aufgeführt.

Die prozentuale Verteilung der Fettsäuren der Gesamtlipide sowie einzelner Lipidfraktionen wurde tabellarisch und graphisch aufgeführt, wobei die Summe der C_{16} und C_{18}-Fettsäuren ohne und mit nur einer Doppelbindung als Bezugswert gleich 100% gesetzt wurde. Lediglich bei den Fettsäuren der Cerebroside und Sulfatide wurde der Anteil der 24 : 0 - Fettsäuren 100% gesetzt und der Betrag der übrigen Fettsäuren damit verglichen.

Gesamtlipide

Graue Substanz

g% Feuchtgewicht					
Nr.	Jahr	Autor	x_i	N	$\bar{x}$
1	1948	Johnson u. M.	5,32 5,08	2	5,20
2	1949	Brante	5,3	1	5,3
3	1961	Radin	8,4 8,5	2	8,45
4	1965	Rouser u. M.	7,0	1	7,0

x_i = Einzelwerte

$\bar{x}$ = Mittelwerte

s = Standardabweichung

N = Anzahl der untersuchten Patienten

Gesamtlipide

Graue Substanz

g% Trockengewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1938	Randall (frontal)	2,44		23	31,98
		(parietal	2,29		23	32,77
2	1954	Stammler u. M.		35,1	1	35,1
3	1963	Svennerholm		28,0	1	28,0
4	1965	O'Brien		35,8		
				37,6		
				39,6	3	37,73
5	1965	Suzuki u. M.		35,1		
				28,2		
				34,6		
				32,7		
				35,5		
				37,4	6	33,92
6	1966	Cherayil u. M.		36,9		
				30,0		
				36,0		
				31,4		
				29,5		
				23,3	6	31,18
7	1966	Norton u. M.		32,9		
				32,4		
				32,8	3	32,7
8	1966	Suzuki u. M.		31,7	5-1	
9	1967	Oppenheimer u. M.			4	37,00
10	1968	Hooghwinkel u. M.		46,4		
				45,6		
				45,3		
				46,4		
				43,9	5	45,52
11	1968	Kamoshita u. M.			1	31,80
12	1968	Menkes u. M.			3	33,80
13	1968	Suzuki u. M.		31,8	1	31,8

Gesamtlipide

Weiße Substanz

g% Feuchtgewicht					
Nr.	Jahr	Autor	x_i	N	$\bar{x}$
1	1948	Johnson u. M.	14,85 14,78	2	14,82
2	1949	Brante		1	17,9
3	1961	Radin	18,9 21,2	2	20,05
4	1963	Gerstl u. M.	13,9 16,6 21,05	3	17,18
5	1964	Wallace u. M.		1	22,7
6	1965	Rouser u. M.		1	14,4
7	1967	Kishimoto u. M. (occipital) (frontal) (frontal)	16,6 20,5 13,9	3	16,8

Gesamtlipide

Weiße Substanz

g% Trockengewicht						
Nr.	Jahr	Autor		s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1938	Randall	(frontal)	3,12		23	55,37
			(parietal)	2,69		23	57,18
						1	54,00
						3	48,90
						3	62,00
2	1954	Stammler u. M.			61,2	1	61,2
3	1963	Svennerholm			59,2	1	59,2
4	1965	O'Brien			58,4		
					66,3		
					64,6	3	63,1
5	1965	Sakai u. M.	2 J. alt		50,6	2	
			16 J. alt		62,0		56,3
					54,0	1	54,0
					56,0	5-1	
					55,3		
					56,7		
					52,7	3	54,9
6	1965	Suzuki u. M.			57,18	1	57,18
					62,0	1	62,0
7	1966	Cherayil u. M.				1	52,6
8	1967	Gerstl u. M.			56,5		
					66,5		
					66,6		
					68,3		
					70,5		
					71,2		
					72,3	7	67,41
9	1968	Hooghwinkel u. M.			65,4		
					65,9		
					65,9		
					66,0		
					67,1	5	66,06

Gesamtlipide

Liquor

mg %						
Nr.	Jahr	Autor		s	N	$\bar{x}$
1	1958	Tourtelotte u. M.		0,041	12	0,982
2	1959	Tourtelotte		0,272	23	1,254
3	1961	Tourtelotte u. M.		0,243	28	1,252
4	1962	Tourtelotte VIII		0,243	34	1,252
5	1963	Tourtelotte		0,243		1,252
6	1965	Forstad	P			2,83
7	1965	Tourtelotte u. M.		0,243	40	1,252
8	1966	Pilz u. Frick		0,800	20	4,100
9	1967	Pilz	pooled		1	6,228

Gesamtlipide
Serum

mg%						
Nr.	Jahr	Autor	Alter	s	N	$\bar{x}$
1	1956	Schrade u. M.			15/1	814
2	1958	Tourtelotte u. M. II			5	324 316 426 438 452
3	1960	Schrade u. M.		17,6 22,6	16 15	711 819
4	1960	Schrade u. M.			25/1	802
5	1961	Schrade u. M.		18,1 21,9	15 15	701 830
6	1961	Svanborg u. M.	o 16-35 J o 16-35 J	120,0 114,0	62 29	610 648
7	1961	Tourtelotte u. M.		196,0	21	875
8	1968	Tourtelotte VIII		196,-	25	875
9	1963	Böhle u. M.		105	40	768
10	1965	Tourtelotte u. M.		196,0	40	875
11	1966	Böhle	16-39 J 45-68 J	71,- 87,-	26 29	650 712
12	1966	Jeannet u. M.	23-33 J	112	6	550
13	1966	Nye		116,1	27	697
14	1966	Pilz u. Frick		88,0	10	504
15	1967	van Creveld u. M.			15/1	538
16	1967	Hartmann (anstelle $\bar{x}$ ist m angegeben!)	o 15-24 J 25-34 J 35-44 J 45-54 J 55-64 J		150 383 497 499 301	415 481 518 533 555
17	1967	Zahler			5/1	673
18	1968	Cendrowski u. M.		125	?	860

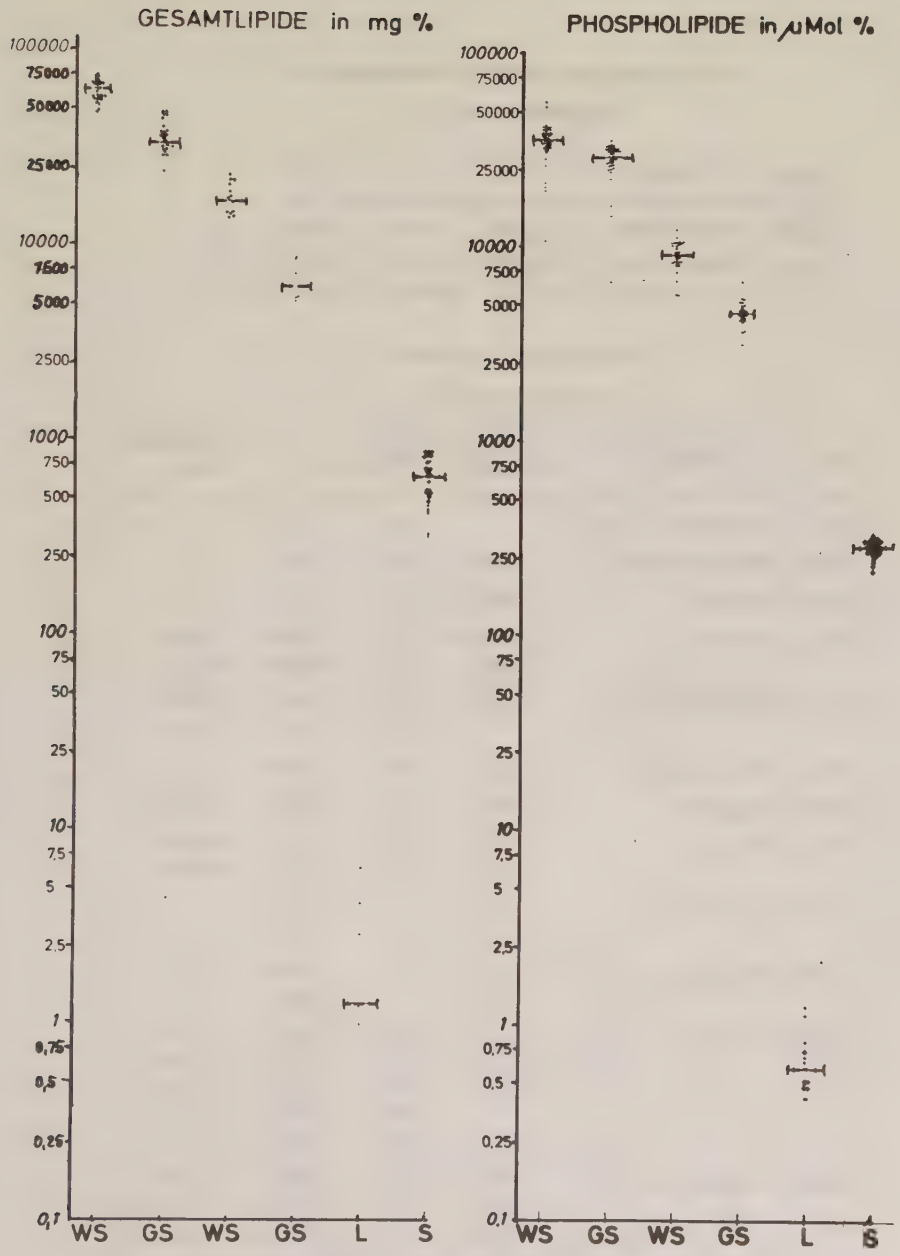
Gesamtlipide

Die Gesamtlipide machen 6,1 g% des Feucht- und 33,0 g% des Trockengewichtes der grauen Substanz aus. BRANTE (1949) und JOHNSON (1948) liegen mit ihren Angaben hierbei deutlich unter den Angaben der Autoren der sechziger Jahre. Bei den Angaben, bezogen auf die Trockensubstanz, differieren die Werte von SVENNERHOLEN (1963) und HOOGHWINKEL u. M. (1968) am meisten: 28,0 g% und 45,52 g%.

26,8 g% des Feucht- und 62,0 g% des Trockengewichtes der weißen Substanz machen die Gesamtlipide aus. Unter den Angaben, bezogen auf das Feuchtgewicht, differieren die Werte von ROUSER u. M. (1965) und von RADIN (1961) mit 14,4 g% und 20,05 g% am stärksten. Die Angaben, bezogen auf das Trockengewicht, sind recht einheitlich.

Die Gesamtlipide des Serums belaufen sich auf 640 mg%. Der Liquor cerebrospinalis enthält etwa ein Fünfhundertstel dieser Menge, nämlich 1,26 mg%.

Graphik s. S. 29



Die folgenden graphischen Darstellungen weisen je sechs Spalten auf. Die ersten beiden Spalten zeigen die Lipidkonzentrationen bezogen auf trockene weiße und graue Substanz, die Spalten 3 und 4 bezogen auf graue und weiße Frischsubstanz auf. In Spalte 5 und 6 werden die entsprechenden Werte für Serum und Liquor aufgeführt.

Neutralfette im Liquor cerebrospinalis

Angaben in mg%

Jahr	Autor	s	N	$\bar{x}$
1961	Tourtelotte	0,243	28	0,417
1965	Tourtelotte	0,243	40	0,417

Neutralfette im Serum

Angaben in mg%

Jahr	Autor	s	N	$\bar{x}$	Geschlecht Alter
1957	van Handel u. M.		14	79	
1960	Antonis u. M.	20,0	69	68	
1960	Phillips	29,0	15	74	
1961	Schrade	10,9	15	178,0	18-42 a
		16,9	15	259,0	46-71 a
1961	Svanberg u. M.	34,0	62	84,0	16-35 a
			29	88,0	16-35 a
1963	Böhle u. M.	70,0	40	206,0	
1965/66	Eggstein	49,0	62	123,0	20-35 a
1966	Böhle	38,0	26	112,0	16-39 a
		35,0	29	139,0	45-68 a
1966	Spinella u. M.	10,0	17	101,0	
		10,0	17	98,0	
1967	Brandrup	7,3	17	92,0	o
		5,5	9	62,0	o
1967	Hartmann		142	98,0	15-24 a
			371	117,0	25-34 a
			488	127,0	35-44 a
			491	132,0	45-54 a
			292	136,0	55-64 a
1969	Jahnke u. M.	35,0	50	61,0	23-35 a
		28,0	31	74,0	22-28 a o
		18,0	13	35,0	21-31 a o

G r a u e S u b s t a n z

µMol % Feuchtgewicht									
			Freies Chol.			Ges. Chol.			
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	$\bar{x}$	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1948	Johnson u. M.		2586			2509		
				2483	2535		2586	2	2548
2	1949	Brante						1	1980
3	1949	Johnson u. M.	289		2.509	116		5	2560
4	1953	Cumings		5.173			5.173		
				4.940	5.057		6.026	2	5.600
5	1955	Cumings		3880			3880		
				5147			5509		
				3233	4.087		3233	3	4.207
6	1958	Cumings u. M.		2.586			2.586		
				2.328			2.328		
				2.173	2.362		2.328	3	2.414
7	1960	Plum u. Hansen			2173				2.250
8	1961	Gerstl u. M.		3621			3621		
				2561			2871		
				2767			2767		
				3181			3233		
				2043			2043		
				2509			2638		
				78	2.394		2535	7	2.815

C h o l e s t e r i n

G r a u e S u b s t a n z

µMol % Feuchtgewicht									
			Freies Chol.			Ges. Chol.			
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	$\bar{x}$	s	x_i	N	$\bar{x}$
9	1962	Davison u. M.				191			2.369
10	1964	Davison u. M.						2/1	3440
11	1966	Gerstl u. M.			2100				2.200
12	1969	Alling u. M.					3360		
							7750		
							4390		
							14400	4	7.475

G r a u e S u b s t a n z

µMol % Trockengewicht										
Nr.	Jahr	Autor	Freies Chol. s	x_i	$\bar{x}$	Ges. Chol. s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1938	Randall (frontal)	2.121		15.932	2.354		23	15.467
		(parietal)	1.966		16.450	2.431		23	16.113
2	1949	Johnson u. M.	1.157		15.958	810		5	16.243
3	1960	Maloney u. M.			14.200			1	14.200
4	1963	Svennerholm						1	14.480
5	1963	Wender		15.800			15800		
				16.050			16300		
				15.600			15600		
				14.750	15.550		15000	4	15.675
6	1964	Wender u. M.			12.900			1	12.900
7	1965	O'Brien u. M.					17.070		
							18.622		
							18.622	3	18.105
8	1965	Suzuki					21.286		
							17.717		
							22.114		
							19.139		
							19.786	5	20.008

C h o l e s t e r i n

G r a u e S u b s t a n z

µMol % Trockengewicht									
Nr.	Jahr	Autor	Freies Chol. s	x_i	$\bar{x}$	Ges. Chol. s	x_i	N	$\bar{x}$
9	1966	Cherayil u. M.					23.847		
							16.372		
							17.070		
							21.390		
							19.010		
							16.010	6	18.950
10	1966	Norton u. M.					19.000		
							18.600		
					18.500		18.300	3	18.500
11	1966	Suzuki u. M.		18.600					18.600
12	1967	Oppenheimer u. M.						4	15.001
13	1968	Hooghwinkel u. M.					20.950		
							20.433		
							19.915		
							21.208		
							17.588	5	20.019
14	1968	Kamoshita u. M.						1	19.575
15	1968	Menkes u. M. (Cerebellum!)			15.809			1	16.673
16	1968	Menkes u. M.			12.316			3	12.316
17	1968	Suzuki u. M.			19.600 [1]			1	
18	1968	Yanagihara u. M.		10.600			11.200		
				14.700			15.200		
				16.300	13.867		16.800	3	14.400

1) Errechnet aus % Lipidangabe bei quantitativ angegebenem Total Lipid

W e i ß e S u b s t a n z

µMol % Feuchtgewicht									
			Freies Chol.			Ges. Chol.			
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	$\bar{x}$	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1948	Johnson u. M.		9.906			9.932		
				9.544	9.725		10.346	2	10.139
2	1949	Brante						1	10.400
3	1949	Johnson u. M.	1.041		10.734	983		5	10.915
4	1953	Cumings		12.492			12.492		
				12.932	12.712		13.139	2	12.816
5	1955	Cumings		9.052			9.828		
				6.621			9.389		
				10.346	8.673		10.656	3	9.958
6	1958	Cumings		11.251			11.380		
				11.639			11.639		
				9.828	10.906		9.828	3	10.949
7	1960	Plum u. Hansen			9.958				10.061
8	1961	Gerstl u. M.		13.294			13.294		
				9.259			9.259		
				9.880			9.880		
				13.501			13.760		
				8.975			8.975		
				7.966			8.070		
				129	9.001		9.466	7	10.386

C h o l e s t e r i n

W e i ß e S u b s t a n z

µMol % Feuchtgewicht

Nr.	Jahr	Autor	Freies Chol. s	x_i	$\bar{x}$	Ges. Chol. s	x_i	N	$\bar{x}$
9	1962	Davison u. M.				608			9.396
10	1964	Davison u. M.						2/1	11.794
11	1964	Jatzkewitz						1	12.900
12	1966	Gerstl u. M.			9300			1	9.600
13	1967	Gerstl u. M.					8.500		
							10.300		
							12.600		
							9.800		
							11.500		
							12.200		
							11.700		
							11.000	8	10.950
14	1969	Alling u. M.					11.400		
							5085		
							2060		
							29800		
							3100	5	8.289

W e i ß e S u b s t a n z

µMol% Trockengewicht

Nr.	Jahr	Autor	Freies Chol. s	Freies Chol. x_i	Freies Chol. $\bar{x}$	Ges. Chol. s	Ges. Chol. x_i	Ges. Chol. N	Ges. Chol. $\bar{x}$
1	1938	Randall (frontal)	2.043		35.227	2.767		23	36.804
		(parietal)	2.431		37.089	3.467		23	38.253
2	1949	Johnson u. M.	3.181		36.417	3.239		5	37.063
3	1958	Bauer u. M.			48.883			1	49.659
4	1960	Maloney u. M.			39.600			1	39.600
5	1963	Gerstl u. M.					33.800		
							39.000	2	36.400
6	1963	Svennerholm						1	40.200
7	1963	Tingey u. M.			33.600			1	34.000
8	1964	Jatzkewitz u. M.						1	38.700
9	1964	Wender u. M.			38.100			1	38.400
10	1964	Wender u. M.		35.692			35.951		
				36.727			36.723		
				36.210			36.210		
				37.761	36.598		37.761	4	36.662
11	1965	O'Brien u. M.					34.658		
							34.140		
							39.055	3	35.951
12	1965	O'Brien u. M. (Myelin)					55.608		
							48.107		
							50.952	3	51.556
13	1965	Suzuki u. M.						1	35.304

C h o l e s t e r i n

W e i ß e S u b s t a n z

µMol % Trockengewicht									
			Freies Chol.			Ges. Chol.			
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	$\bar{x}$	s	x_i	N	$\bar{x}$
14	1966	Cherayil u. M.						1	34.451
15	1966	Lindler u. M.						1	35.000
16	1967	Gerstl u. M.					31.000		
							34.000		
							40.000		
							40.000		
							33.000		
							37.000		
							37.000		
							39.000		
							35.000	9	36.222
17	1968	Cumings u. M. getrocknetes Myelin:							33.365
				35800			35800		
				37800			37000		
				37000			36250		
				36200	3670		37300	4	36.588
18	1968	Hooghwinkel u. M.					37.244		
							34.658		
							35.175		
							36.468		
							38.279	5	36.365

C h o l e s t e r i n

W e i ß e S u b s t a n z

µMol% Trockengewicht

Nr.	Jahr	Autor	Freies Chol. s	x_i	$\bar{x}$	Ges. Chol. s	x_i	N	$\bar{x}$
19	1966	Norton u. M.		39.600					
				41.500					
				36.500	39.200			3	39.200
20	1966	Suzuki u. M.		40.500					40.500
21	1967	Oppenheimer u. M.						4	36.210
22	1968	Yanagihara u. M.		39.300			40.000		
				42.800			43.600		
				39.300	40.366		40.600	3	41.400
23	1968	Kamoshita u. M.						1	38.365
24	1968	Kamoshita u. M. Myelinfraktion:					41.356		
							39.970	2	40.663
25	1968	Menkes u. M.			29.469			3	29.469
26	1968	Suzuki u. M.			38.600			1	38.600

C h o l e s t e r i n

L i q u o r

µMol%

Nr.	Jahr	Autor	Freies Chol. s	x_i	$\bar{x}$	Ges. Chol. s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1939	Brown u. M.					1,190		
							1,216		
							0,828		
							1,138		
							0,879		
							1,552	6	1,134
2	1957	Papadopoulus			0,543			1	1,136
3	1958	Poser u. M.			0			25/1	0,285
4	1959	Green u. M.		0,44				6	0,852
5	1959	Papadopoulus	(N=12)	0,491			0,570		
				0,491			0,676		
				0,699			0,714		
				0,439			0,419		
				0,569			0,568		
				0,569			0,608		
				0,491			0,507		
				0,569			0,608		
				0,548			0,567		
				0,648			0,769		
				0,387			0,446		
				0,518	0,526		0,580	12	0,588

L i q u o r

µ Mol %

Nr.	Jahr	Autor	Freies Chol. s	x_i	$\bar{x}$	Ges. Chol. s	x_i	N	$\bar{x}$
6	1959	Tourtelotte	0,058	(N=23)	0,282.	0,237		27	1,073
7	1959	Tourtelotte IV		0,30					
				0,81					
				0,365					
				0,37					
				0,429	0,449		1,06	5	1,236
8	1960	Plum	∅	∅		0,519		18	1,295
9	1961	Tichy	(n= 8)	0,958		(x)	1,282		
				1,29			1,602		
				0,93			1,117		
				0,542			0,745		
				1,04			1,32		
				0,981			1,261		
				1,06			1,434		
				0,491	0,9115		0,631	8	1,174
10	1961	Tourtelotte	0,085		0,316	0,230		28	1,022
11	1962	Tourtelotte VIII	0,085	n=34	0,315	0,226		38	1,02
12	1963	Shin	0,258		0,530	0,398		41	1,198
13	1963	Tourtelotte				0,228			1,022
14	1964	Tichy	0,181		0,931	0,285		14	1,371
15	1965	Farstad			0,879			P	2,198

x) Errechnet aus Summe beider umgerechneten Anteile

C h o l e s t e r i n

L i q u o r

µMol%								
			Freies Chol.			Ges. Chol.			
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	$\bar{x}$	s	x_i	N	$\bar{x}$
16	1965	Tourtelotte u. M.	0,085		0,316	0,229		40	1,022
					0,557			1	1,553
17	1966	Pilz u. M.	0,085		0,361			20	1,19
18	1966	Tichy (x)							
			0,24		0,99		0,315	18	1,45
19	1966	Wan u. Charter	0,013		0,388	0,36		10	1,11
20	1966	Hooghwinkel				0,03595		24	0,32589
21	1967	Pilz						P	2,650
22	1970	Tichy	0,1819		0,932	0,285		14	1,399

x) Errechnet aus Summe beider umgerechneten Anteile

C h o l e s t e r i n

S e r u m

Nr.	Jahr	Autor		Freies Chol. s	Freies Chol. x_i	Freies Chol. $\bar{x}$	Ges. Chol. s	Ges. Chol. x_i	Ges. Chol. N	Ges. Chol. $\bar{x}$
1	1956	Schrade u. M.							15/1	538,000
2	1959	Plum u. M.		36,600		166,000	68,000		27	548,000
3	1959	Tourtelotte u. M. IV						513,-	5	
								491,-		
								1040,-		
								528		
								695		653,4
4	1960	Phillips	32±11J.	20		121,-	71,-		15	462,-
5	1960	Schrade u. M.	16-41J.	± 6,0		196,000	5 ⟨ s ⟨ 15		16/1	772,0
			46-71J.	± 8		206,000	5 ⟨ s ⟨ 15		15/1	832,0
6	1961	Schrade	18-42J.	6,2		191,-	22	18-42J.	15	567,-
			46-71J.	7,7		203,-	20	46-71J.	15	628,-
7	1961	Svanborg u. M.	♂ 16-35J.	49,1		165,5	147,4		62	496,6
			♀ 16-35J.	46,6		150,0	98,3		29	478,5
8	1961	Tourtelotte		33,6		139,7	82,8		21	465,5
9	1962	Tourtelotte VIII		32,4		139,-	82,3		25	465
10	1963	Böhle u. M.					41,4			615,6
11	1965	Baker u. M.		(Estercholesterin : $\bar{x}$ = 448 ± 85					8	
12	1965	Mc Donald	17-19 J.						986/1	500,0
			40-52 J.							690,0
13	1965/6	Eggstein	20-35 J.			119,0	67,2		62	460,4
			45-70 J.			157,8	75,0		30	540,6

C h o l e s t e r i n

S e r u m

Nr.	Jahr	Autor	Freies Chol. s	Freies Chol. x_i	Freies Chol. $\bar{x}$	Ges. Chol. s	Ges. Chol. x_i	Ges. Chol. N	Ges. Chol. $\bar{x}$
14	1965	Tourtelotte u. M.	31,0		139,7	82,8		40	465,5
15	1965	Zöllner < 30 J.				118,000			550,000
		> 40 J.				121,000			629,000
16	1966	Braunsteiner				123,9		135	593,1
17	1966	Hooghwinkel				118,974		24	483,657
18	1966	Pilz u. M.	5,2		95,2			10	342,8
19	1967	Brandrup u. M ♂				21,2		17	527,6
		♀				41,1			496,6
20	1967	Hartmann 15-24 J.						148	483,7
		25-34 J.						379	545,7
		35-44 J.						494	613,0
		45-54 J.						497	633,7
		55-64 J.						301	656,9
21	1967	Meigen u. M.				113,8		344	563,8
22	1967	v. Daacke 19-34 J.			178,5			514	556,1
		35-58 J.			201,7			486	664,7
23	1967	Phillips u. M.	31,-		144,-	48,-[x)]		10	486,-

[x)] errechnet aus Summe von freiem + verestertem Cholesterin

C h o l e s t e r i n

S e r u m

Nr.	Jahr	Autor		Freies Chol. s	x_i	$\bar{x}$	Ges. Chol. s	x_i	N	$\bar{x}$
25	1967	Moore u. M.	♂ 18-24 J.				105,-			460,-
			♂ 25-34 J.				115,-			530,-
			♂ 35-44 J.				127,-			582,-
			♂ 45-54 J.				118,-			593,-
			♂ 55-64 J.				127,-			600,-
			♂ 65-74 J.				122,-			591,-
			♀ 18-24 J.				123,-			451,-
			♀ 25-34 J.				108,-			510,-
			♀ 35-44 J.				117,-			550,-
			♀ 45-54 J.				129,-			612,-
			♀ 55-64 J.				163,-			678,-
			♀ 65-74 J.				151,-			687,-

Cholesterin

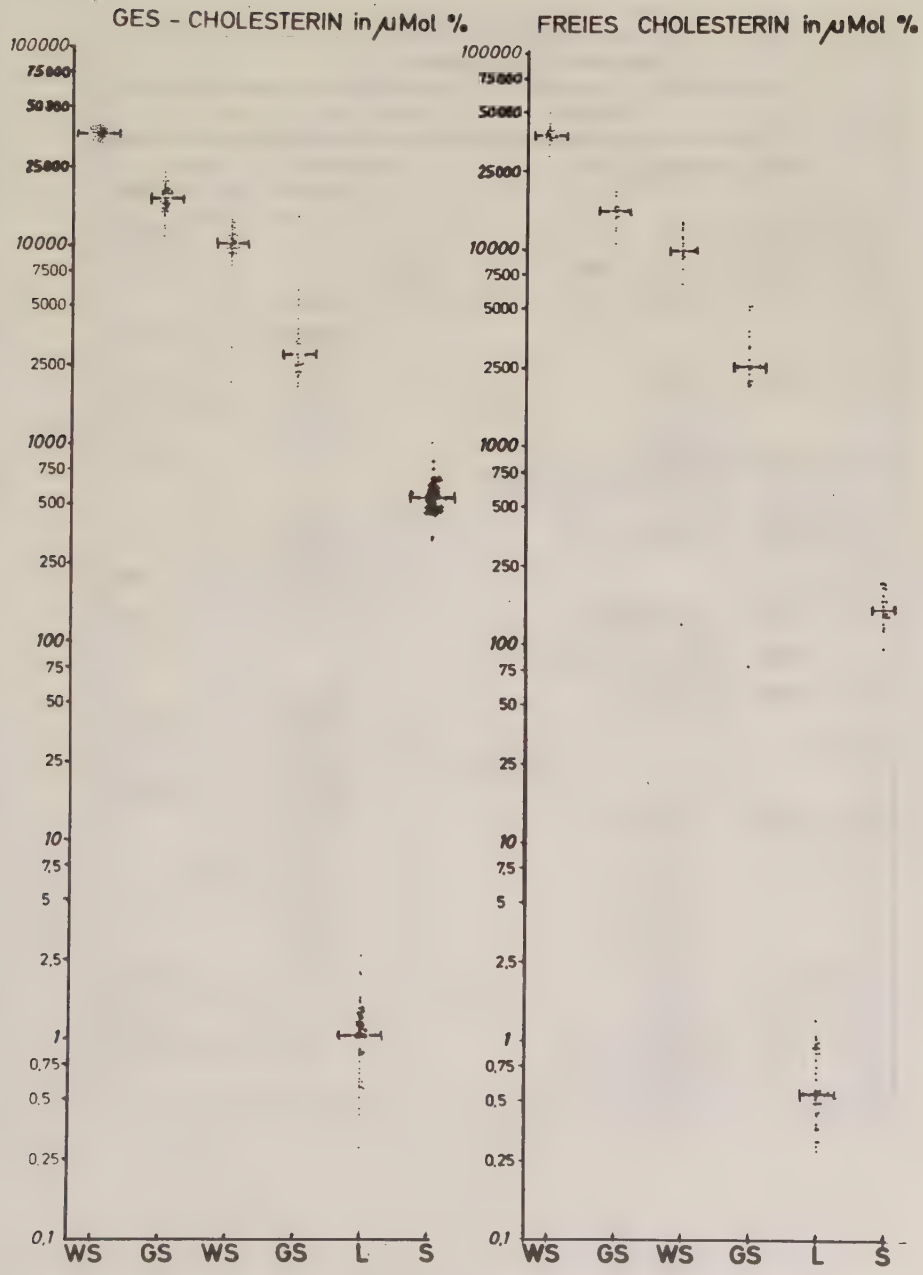
Cholesterin kommt im Zentralnervensystem fast ausschließlich unverestert, also in freier Form, vor. Es ist das am meisten untersuchte Lipid des Liquor cerebrospinalis. Es macht in der grauen Substanz etwa 20%, in der weißen Substanz etwa 24% der Gesamtlipide aus. Im Serum liegen nur etwa 30% des Cholesterins unverestert vor, im Liquor mehr, doch differieren die Angaben einzelner Autoren erheblich.

Für die graue Substanz ergeben sich als Medianwert 17,7 µMol pro 100g Trocken- und 2,88 µMol pro 100g Feuchtgewicht. Während die auf die Trockensubstanz bezogenen Werte wenig streuen, entfernt sich bei den auf das Feuchtgewicht bezogenen Werten der höchste von ALLING u.M. (1969) mit 14,4 µMol erheblich vom Medianwert, wie auch die übrigen Werte dieses Autors höher als der Medianwert liegen.

Die auf trockene weiße Substanz bezogenen Werte liegen eng um den Medianwert von 36,9 m Mol% gestreut. Die Angaben, bezogen auf feuchte weiße Substanz, liegen eng um den mittleren Wert von 10,4 µMol% verteilt. Lediglich die Angaben von CUMINGS (1958) streuen erheblich zwischen Werten von 2,06 µ Mol% und 29,8 µMol%.

100 ml Serum enthalten im Mittel etwa 546 µMol, dieselbe Menge Liquor 1,05 µMol Gesamtcholesterin. Während die Angaben über den Serumgehalt recht einheitlich sind, schwanken diese für Liquor um eine Zehnerpotenz von 0,285 (POSER u.M. 1958) bis 2,65 µ Mol% (PILZ 1967).

Graphik s. S. 47


GES - CHOLESTERIN in µMol %
FREIES CHOLESTERIN in µMol %
100000
75000
50000
25000
10000
7500
5000
2500
1000
750
500
250
100
75
50
25
10
7,5
5
2,5
1
0,75
0,5
0,25
0,1
WS
GS
WS
GS
L
S

Phospholipide

Graue Substanz

µMol% Feuchtgewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1948	Johnson u. M.		4.715		
				4.228	2	4.472
2	1949	Brante				4.190
3	1949	Johnson u. M.	151		5	4.553
4	1953	Cumings		4.797		
				5.217	2	5.007
5	1955	Cumings		5.285		
				5.501		
				4.444	3	5.077
6	1955	McIlwain (zit. McArdle u. M.)				4.520
7	1958	Cumings u. M.		4.743		
				4.336		
				5.420	3	4.833
8	1960	Papadopoulus			1	3.659
9	1960	Plum u. Hansen				4.526
10	1960	Webster		4.700	2	
				4.450		4.575
		(Putamen)		6.430		
				5.740	2	6.085
11	1961	Gerstl u. M.		4.810		
				6.680		
				5.081		
				5.569		
				4.350		
				3.171		
				4.268	7	4.847
12	1962	Davison u. M.	81			4.535
13	1964	Davison u. M.			2/1	4.905

Phospholipide

Graue Substanz

µMol % Trockengewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1938	Randall I. (frontal)	2.127		23	32.750
		(parietal)	1.653		23	33.482
		II. (frontal)	2.777		23	32.608
		(parietal)	2.247		23	32.285
2	1949	Johnson u. M.	1.485		5	28.821
3	1954	Stammler			1	27.600
4	1955	Cumings		14.528		
				16.465		
				6.618	3	12.537
5	1960	Maloney u. M.			1	26.600
6	1960	Papadopoulus			1	22.493
7	1963	Svennerholm			1	28.900
8	1963	Wender		27.100		
				31.400		
				31.600		
				29.600	4	30.000
9	1964	Wender u. M.			1	27.500
10	1965	O'Brien u. M.		32.249		
				32.520		
				31.165	3	31.978
11	1965	Suzuki		30.217		
				25.203		
				29.268		
				29.133		
				31.436	5	29.051
12	1966	Suzuki u. M.		27.600	5-1	27.600
13	1966	Norton u. M.		29.400		
				29.600		
				33.400	3	30.800

Phospholipide

Graue Substanz

µMol % Trockengewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
14	1967	Oppenheimer u. M.			4	25.068
15	1968	Hooghwinkel u. M.		33.740		
				34.011		
				31.843		
				30.623		
				28.862	5	31.815
16	1968	Kamoshita			1	29.947
17	1968	Menkes u. M. (Cerebellum!)			1	26.294
18	1968	Menkes u. M.			3	25.764
19	1968	Svennerholm		33.400		
				29.400		
				35.400		
				33.700		
				33.600	5	33.100
20	1968	Yanagihara u. M.		24.600		
				26.700		
				29.600	3	26.966

Phospholipide

Weiße Substanz

µMol % Feuchtgewicht						
Nr.	Jahr	Autor		s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1948	Johnson u. M.			9.214 8.455	2	8.835
2	1949	Brante				1	10.500
3	1949	Johnson u. M.		879		5	9.526
4	1953	Cumings			8.130 8.537	2	8.333
5	1955	Cumings			7.453 5.718 8.889	3	7.353
6	1958	Cumings u. M.			8.130 8.943 8.537	3	8.537
7	1960	Papadopoulus				1	10.420
8	1960	Plum u. Hansen					9.173
9	1961	Gerstl u. M.			10.190 8.455 10.623 11.220 5.718 6.775 8.211	7	8.742
10	1962	Davison u. M.		469			10.207
11	1964	Davison u. M.				2/1	10.542
12	1964	Wallace u. M.				1	10.637 9.556
13	1960	Webster	Caps. int.		10.800 12.300 8.400	3	10.300
			Corp. call.		10.800 9.960	2	10.380

Phospholipide

Weiße Substanz

µMol% Trockengewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1938	Randall I. (frontal)	3.157		23	52.222
		(parietal)	6.518		23	55.365
		II. (frontal)	2.725		23	38.419
		(parietal)	2.957		23	38.742
2	1949	Johnson u. M.	2.212		5	32.303
3	1954	Stammler			1	36.000
4	1955	Cumings		20.340		
				21.373		
				10.815	3	17.509
5	1958	Bauer			1	36.314
6	1960	Maloney u. M.			1	31.300
7	1960	Papadopoulus			1	35.230
8	1963	Svennerholm			1	38.300
9	1963	Tingey u. M.			1	32.400
10	1963	Wender		35.600		
				37.900		
				35.200		
				37.200	4	3650
11	1964	Wender u. M.			1	33.300
12	1964	Wender u. M.		34.300		
				38.600		
				35.200		
				37.000	4	
13	1965	O'Brien u. M.		31.300		
				41.734		
				36.179	3	36.404

Phospholipide

Weiße Substanz

µMol% Trockengewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
15	1965	Sakai u. M.			1	19.600
16	1965	Suzuki			1	34.932
17	1966	Norton u. M.		34.400		
				32.900		
				35.200	3	34.100
18	1966	Suzuki u. M.		33.600	5-1	33.600
19	1967	Oppenheimer u. M.			4	31.030
20	1968	Hooghwinkel u. M.		40.244		
				40.650		
				39.973		
				40.108		
				41.734	5	40.542
21	1968	Kamoshita			1	32.341
22	1968	Menkes u. M.			3	28.690
23	1968	Yanagihara u. M.		34.400		
				34.400		
				35.000	3	34.450
24	1968	Svennerholm		40.200		
				42.400		
				41.700		
				41.600		
				38.900	5	40.920

Phospholipide

Liquor

µMol%						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1958	Roboz u. M.			1	1,120
2	1958	Tourtelotte III		0,822 0,605 0,427 0,605	4	0,615
3	1958	Tourtelotte			1	0,426
4	1959	Tourtelotte	0,07		23	0,501
5	1960	Papadopoulus			P	0,550
6	1961	Tourtelotte	0,09		28	0,521
7	1962	McArdle u. M.			21/1	0,484
8	1963	Shin	0,23		41	0,744
9	1963	Zilkha u. M.	0,08		23	0,484
10	1965	Farstad			P	0,691
11	1965	Tourtelotte u. M.	0,09		40	0,521
12	1967	Pilz u. M.			P	1,24

Phospholipide

Serum

Nr.	Jahr	Autor		s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1960	Etienne u. M.				7	284,1
2	1960	Papadopoulus					311,7
3	1960	Phillips		49,-		15	322,-
4	1960	Schrade u. M.		9,3		16	283
				7,5		15	295
5	1961	Schrade	18-42 J.	8,8		15	274,-
			46-71 J.	7,6		15	296,-
6	1961	Svanborg u. M.	♂ 16-35 J.	47,4		62	281,8
			♀ 16-35 J.	59,6		29	314,4
7	1961	Tourtelotte		36,0		21	262,0
8	1962	Mc Ardle u. M.				6/1	316,4
9	1962	Phillips		47,1		15	309,1
10	1963	Böhle		17,6		40	289,1
11	1963	Robinson u. M.				8	268,0
12	1964	Christian u. M.				10	232,5
13	1965/6	Eggstein	20-35 J.	31,2		62	241,2
			45-70 J.	37,9		30	338,8
14	1965	Tourtelotte		35,0		40	250,0
15	1965	Vikrot	20-24 J.			9	284,1
16	1966	Braunsteiner		56,8		135	297,2
17	1966	Hooghwinkel u. M.		58,11		24	277,7
18	1966	Böhle	16-39 J.	35,2		26	290,-
			45-68 J.	40,6		29	312,-
19	1966	Jeannet 13-23		17,7		6	291,2
20	1966	Montfoort u. M.		20,6		17	317
21	1966	Zöllner u. M.		35,9		30	316,-
22	1966	Nye		38,4		27	304
23	1967	van Crevold u. M.				15/1	277,7
24	1967	Daacke	19-34 J.			514	304,9
			35-58 J.			486	271,0
25	1967	Phillips u. M.		50		10	278,0
26	1967	Olthoff u. M.				32	216,6

Phospholipide

Daß Phosphor im Liquor cerebrospinalis vorliegt, ist schon lange bekannt (MESTREZAT, 1912). Da der Phospholipid-phosphorgehalt aber nur sehr gering ist, nämlich 1/75 des Gesamtphosphors, hatten frühere Forscher Schwierigkeiten, diese geringen Mengen zu bestimmen.

In der grauen Substanz machen die Phospholipide etwa 65%, in der weißen Substanz etwa 45%, im Serum etwa 30% und im Liquor 47% der Gesamtlipide aus.

Quantitativ werden für die graue Substanz 4600 µMol in 100 g Frisch- und 29200 µMol in 100 g Trockenmaterial Phospholipide angegeben. Insgesamt streuen die Angaben nur wenig. Lediglich die von CUMINGS (1955) angegebenen Werte liegen deutlich unterhalb der Werte, die die übrigen Autoren bezogen auf das Trockengewicht angeben.

100 g weißer Frischsubstanz enthalten im Mittel 9200 µMol, die gleiche Menge Trockensubstanz 45800 µMol Phospholipide. Mit den niedrigen Werten, bezogen auf das Feuchtgewicht, liegen auch die auf das Trockengewicht bezogenen Phospholipidangaben von CUMINGS (1955) deutlich niedriger als die übrigen Werte.

In 100 ml Serum sind im Mittel 290 µMol, in der gleichen Menge Liquor 0,602 µMol Phospholipide enthalten.

Die Angaben über die Serumphospholipide sind einheitlich, während die über dem Liquor cerebrospinalis stark differieren (0,427 µMol% bis 1,24 µMol %).

Graphik s. S. 29

L e c i t h i n

G r a u e S u b s t a n z

µMol % Feuchtgewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1948	Johnson u. M.		827 1572	2	1.200
2	1949	Johnson u. M.	273		5	1.341
3	1953	Cumings		1.762 1.558	2	1.660
4	1955	Cumings		1.491 1.084 1.463	3	1.346
5	1958	Cumings		1.626 1.084 1.355	3	1.355
6	1960	Papadopoulus			1	1.897
7	1960	Plum und Hansen				1.762
8	1962	Davison u. M.	43			1.748
9	1964	O'Brien			1 3/1	1.970 2.010
10	1964	Davison u. M.	49		8	1.911
11	1965	Rouser u. M.			1	2.030

µMol % Trockengewicht						
1	1949	Johnson	1.909		5	8.469
2	1960	Papadopoulus			1	11.653
3.	1963	Svennerholm			1	13.000
4	1965	O'Brien			3/1	12.000
5	1965	Rouser u. M.			1	9.100
6	1967	Oppenheimer u. M.			4	8.130
7	1968	Kamoshita u. M.			1	12.237

L e c i t h i n

W e i ß e S u b s t a n z

µMol % Feuchtgewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1948	Johnson u. M.		1,220		
				2,019	2	1,619
2	1949	Johnson u. M.	364		5	1,856
3	1953	Cumings		1,626		
				1,762	2	1,694
4	1955	Cumings		1,762		
				1,206		
				1,883	3	1,617
5	1958	Cumings		1,897		
				2,168		
				678	3	1,581
6	1960	Papadopoulus			1	3,062
7	1960	Plum u. Hansen				1,856
8	1962	Davison u. M.	175			2,482
9	1964	O'Brien			1	2,300
					1	2,700
10	1964	Davison u. M.	126		8	2,656

µMol % Trockengewicht						
1	1949	Johnson	1,030		5	6,274
2	1960	Papadopoulus				10,298
3	1963	Svennerholm			1	12,080
4	1965	O'Brien			1	11,400
5	1967	Oppenheimer u. M.			4	8,537
6	1968	Kamoshita u. M.			1	9,146

L e c i t h i n

L i q u o r

Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1959	Tourtelotte	0,052		27	0,224
2	1960	Papadopoulus		x)	P	0,393
3	1961	Tourtelotte	0,055		28	0,228
4	1963	Phillips u. M.			1	0,341
5	1963	Zilkha	0,039		23	0,278
6	1965	Tourtelotte	0,055		40	0,228
7	1966	Pilz u. M.	0,078		20	0,372

x) P = pooled = Sammelliquor

S e r u m

Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1960	Etienne u. M.			7	173,4
2	1960	Papadopoulus				239,8
3	1960	Phillips	31,-		15	210,0
4	1961	Tourtelotte	25,5		21	182,0
5	1962	Phillips	5,3		15	211,2
6	1963	Robinson u. M.			8	176,9
7	1964	Christian u. M.			10	167,6
8	1965	Tourtelotte	26,0		40	182,0
9	1965	Vikrot			9	197,6
10	1966	Montfoort u. M.	14,7		6	218
11	1966	Jeannet u. M. 23-33 J.	17,7		6	171,1
12	1966	Nye	24		27	191
13	1966	Pilz u. M.	8,2		10	114,0
14	1966	Zöllner u. M.	29,9		30	214,-
15	1967	Olthoff u. M.	42,2		32	125,0
16	1967	Zahler				154

L y s o l e c i t h i n

G r a u e S u b s t a n z

µMol% Feuchtgewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1960	Papadopoulus			1	173
µMol% Trockengewicht						
1	1960	Papadopoulus			1	1,058

W e i ß e S u b s t a n z

µMol% Feuchtgewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1960	Papadopoulus			1	1,115
µMol% Trockengewicht						
1	1960	Papadopoulus			1	3,846

L i q u o r (µMol%)

Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1960	Papadopoulus			1	0,058
2	1963	Phillips u. M.			3-1	0,045
3.	1963	Zilkha u. M.	0,008		23	0,052
		(incl. Phosphatidylinositol)				
4	1966	Pilz u. M.	0,016		20	0,053

L y s o l e c i t h i n

S e r u m (uMol%)

Nr.	Jahr	Autor		s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1960	Etienne u. M.				7	28,4
2	1960	Papadopoulus					34,6
3	1960	Phillips		5,-		15	24,-
4	1962	Phillips		4,6		15	23,9
5	1963	Robinson u. M.				8	27,8
6	1964	Christian u. M.				10	12,6
7	1965	Vikrot				9	16,8
8	1966	Jeannet u. M.	23-33 J.	3,55		6	21,6
9	1966	Montfoort u. M.		7,4		6	34
10	1966	Pilz u. M.		0,97		10	14,5
11	1967	Olthoff u. M.		10,6		32	27,7
12	1967	Zahler					36,6

Lecithin

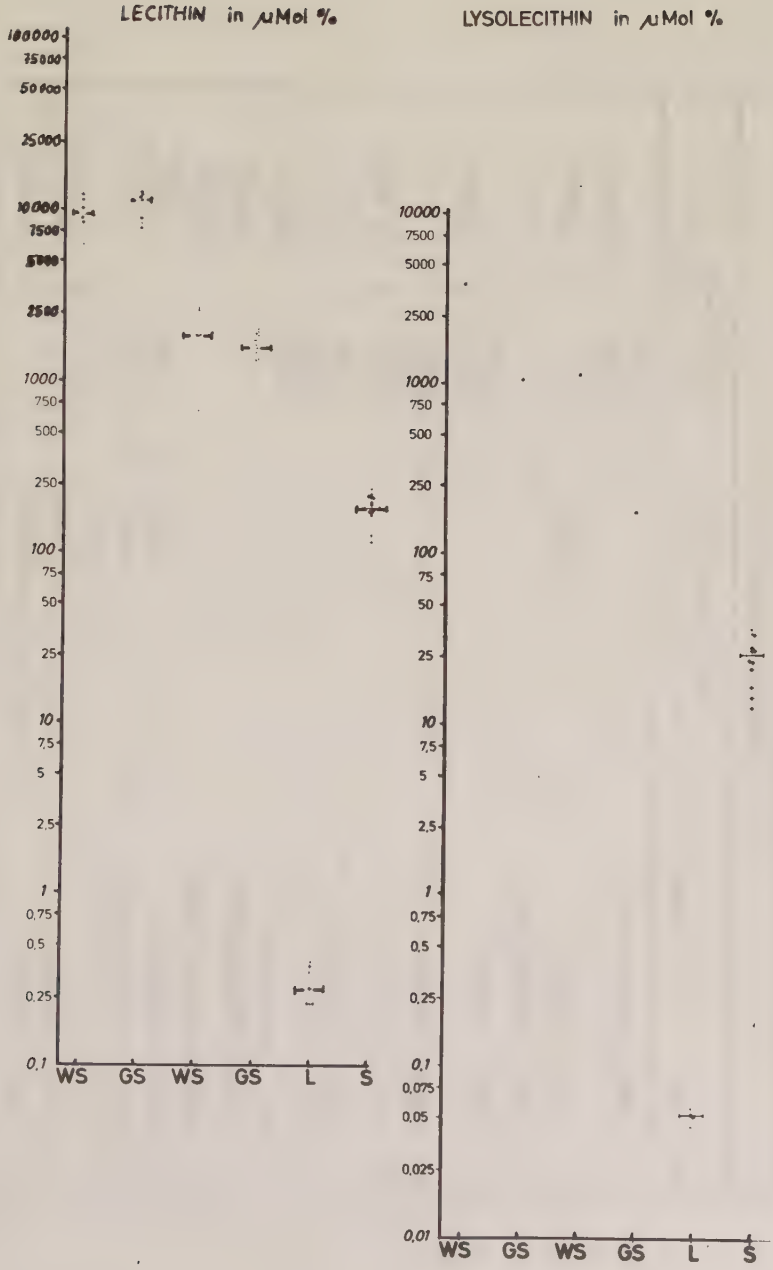
In der grauen Substanz macht Lecithin 37,1%, in der weißen Substanz 25,3% der Phospholipide aus. Im Serum und Liquor cerebrospinalis betragen die entsprechenden Werte 66,0% und 59,0%. 100 g grauer Frischsubstanz enthalten 2600 µMol, die gleiche Menge weißer Substanz 2800 µMol Lecithin. Bezogen auf 100 g Trockensubstanz lauten die entsprechenden Werte 11500 µMol und 9520 µMol. Das Serum enthält in 100 ml 182 µMol, der Liquor 0,274 µMol Lecithin.

Lysolecithin

Lysolecithin wird nur von PAPADOPOULUS (1960) im Gehirn gefunden. Auf 100 g Frischsubstanz bezogen findet er 173 µMol in der grauen und 1150 µMol in der weißen Substanz. Auf die Trockensubstanz bezogen lauten die entsprechenden Werte 1058 µMol und 3846 µMol. Die Medianwerte der für Serum und Liquor cerebrospinalis bestimmten Angaben für Lysolecithin belaufen sich auf 25,9 µMol% und 0,052 µMol%.

Lysolecithin macht 1,8% der Phospholipide der grauen Substanz, 3,8% der der weißen Substanz, 9,3% der des Serums und 7,4% der des Liquor cerebrospinalis aus.

Graphik s. S. 63


LECITHIN in µMol %
100000
75000
50000
25000
10000
7500
5000
2500
1000
750
500
250
100
75
50
25
10
7,5
5
2,5
1
0,75
0,5
0,25
0,1
WS
GS
WS
GS
L
S
LYSOLECITHIN in µMol %
10000
7500
5000
2500
1000
750
500
250
100
75
50
25
10
7,5
5
2,5
1
0,75
0,5
0,25
0,1
0,075
0,05
0,025
0,01
WS
GS
WS
GS
L
S

K e p h a l i n

G r a u e S u b s t a n z

µMol % Feuchtgewicht

Nr.	Jahr	Autor	Colamin-K. s	Colamin-K. x_i	Colamin-K. $\bar{x}$	Serin-K. s	Serin-K. x_i	Serin-K. N	Serin-K. $\bar{x}$
1	1948	Johnson u. M.					2.995 2.398	2	2.687
2	1949	Brante			1.900			1	2.306
3	1949	Johnson u. M.				121		5	2.507
4	1953	Cumings					2.168 2.331	2	2.249
5	1958	Cumings					2.304 2.304 2.981	3	2.530
6	1955	Cumings					1.897 2.100 2.087	3	2.028
7	1960	Papadopoulus						1	1.220
8	1960	Plum u. Hansen							2.005
9	1960	Webster			1.470		800		800 [2]
10	1962	Davison u. M.			2.470 1.875	131			715 [2]
11	1964	O'Brien			1.750			1	2.360
12	1964	O'Brien			2.170			1	2.890
13	1964	Davison u. M.	88		1.967	49		8	842 [1]

1) Serin-Kephalin + Phosphatidylinositol

2) nur Serin-Kephalin (Phosphatidylinositol = 154 mg %)

K e p h a l i n

G r a u e S u b s t a n z

µMol % Trockengewicht								
Nr.	Jahr	Autor	Colamin-K. s	Colamin-K. x_i	Colamin-K. $\bar{x}$	Serin-K. s	Serin-K. x_i	Serin-K. + Colamin-K. N / $\bar{x}$
1	1949	Johnson u. M.				1.212		5 / 15.867
2	1954	Stammler						1 / 12.700
3	1960	Papadopoulus						1 / 7.520
4	1963	Svennerholm						1 / 11.500
5	1965	O'Brien u. M.			13.300			1 / 17.360
6	1967	Oppenheimer u. M.						4 / 14.228
7	1968	Kamoshita u. M.			9.781			1 / 4.395 [1]

1) nur Serin - K.

K e p h a l i n

W e i ß e S u b s t a n z

µMol % Feuchtgewicht

Nr.	Jahr	Autor	Colamin-K. s	x_i	$\bar{x}$	s	Serin-K. + Colamin-K. x_i	N	$\bar{x}$
1	1948	Johnson u. M.					3.713		
							4.743	2	4.228
2	1949	Brante			5.600			1	6.780
3	1949	Johnson u. M.				818		5	4.959
4	1953	Cumings					3.388		
							3.930	2	3.659
5	1958	Cumings					4.336		
							4.607		
							3.794	3	4.279
6	1955	Cumings					1.897		
							2.100		
							3.577	3.	2.525
7	1960	Papadopoulus						1	4.743
8	1960	Plum u. Hansen							3.726
9	1960	Webster	Caps. int.		2.910				50 [1]
			Corp. call.		3.550				50 [1]
10	1962	Davison u. M.	379		4.507	103			2.100 [1]
11	1964	O'Brien			3.350			1	4.620
12	1964	O'Brien			2.900			1	3.300
13	1964	Davison u. M.	80		3.821	103		8	1.748 [1]

3) nur Serin-K.

K e p h a l i n

L i q u o r

µMol%								
			Colamin-K.			Serin-K. + Colamin-K.		
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	$\bar{x}$	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1959	Tourtelotte				0,027		27	0,128
2	1960	Papadopoulus						P	0,108
3	1961	Tourtelotte				0,040		28	0,142
4	1962	Davison u. M. (P)			0,037				
5	1962	Tourtelotte VIII (alle Kephaline)				0,04		47	0,152
6	1963	Zilkha u. M.				0,015		23	0,026
7	1965	Tourtelotte				0,040		40	0,142
8	1966	Pilz u. M.						20	< 0,014
						Serin-K.			
Myelin:									
	1968	Kamoshita u. M.		13,740			6,870		
				12,771	13,256		8,451	2	7,660

S e r u m

Nr.	Jahr	Autor	Colamin-K. s	Colamin-K. x_i	Colamin-K. $\bar{x}$	Serin-K.+ Colamin-K. s	Serin-K.+ Colamin-K. x_i	Serin-K.+ Colamin-K. N	Serin-K.+ Colamin-K. $\bar{x}$
1	1960	Etienne u M.						7	22,6
2	1960	Papadopoulus							17,6
3	1960	Phillips				3,-		15	15,0
4	1961	Tourtelotte				6,5		21	26,0
5	1962	Phillips				1,9		15	15,5
6	1963	Robinson u. M.						8	10,0
7	1964	Christian u. M.						10	10,3
8	1965	Nothman u. M.			8,0			56	12,4 5)
9	1965	Tourtelotte				7,0		40	26,0
10	1965	Vikrot						9	8,4
11	1966	Jeannet u. M.	23-33 J			2,2		6	12,3
12	1966	Montfoort u. M.				2,4		6	10
13	1966	Nye				9,4		27	18,9
14	1966	Pilz u. M.				0,4		10	3,3
15	1966	Zöllner u. M.				5,90		30	9,3
16	1967	Olthoff u. M.				4,1		32	15,7
17	1967	Zahler						5	5,6

5) nur Serin - Kephalin

Kephalin

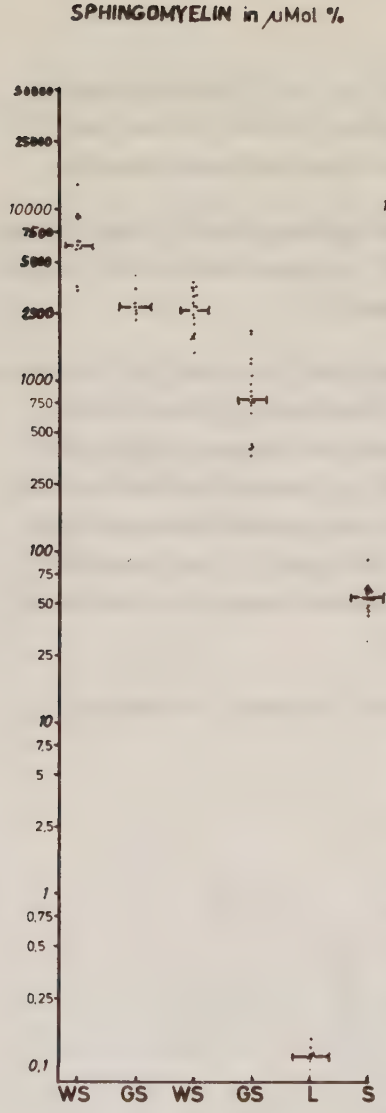
Die Fraktion der Kephaline setzt sich aus Äthanolaminkephalin (E.G.P.) und Serinkephalin zusammen. Sie wird von den verschiedenen Autoren nur teilweise in ihre Unterfraktionen aufgeteilt.

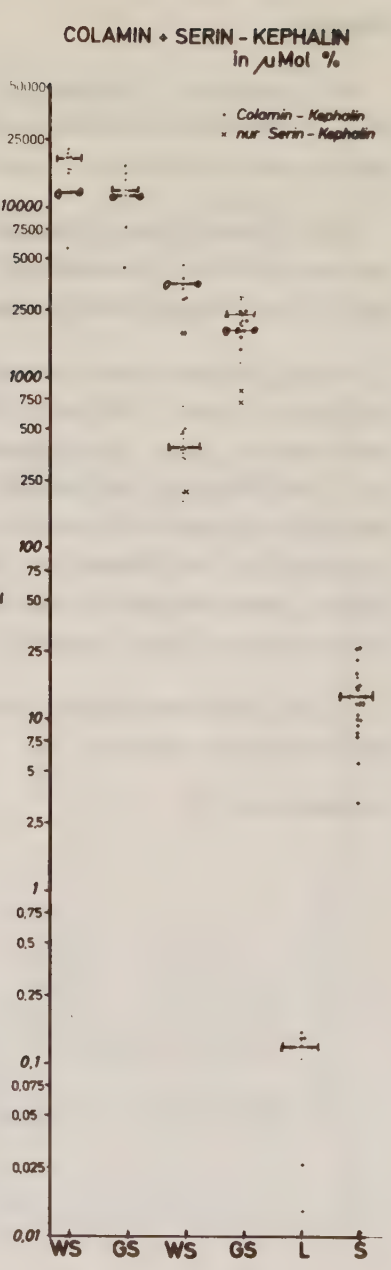
In der grauen Substanz stellt Äthanolamin 36,3%, in der weißen Substanz 36,5% der Phospholipide. Im Liquor stellt es 6,6% gegenüber 3% der Phospholipide im Serum.

In 100 g frischer grauer Substanz sind 2350 µMol, in 100 g trockener grauer Substanz 11800 µMol Äthanolamin enthalten. Für die weiße Substanz liegen die entsprechenden Angaben bei 3560 µMol und 12200 µMol. Bei der Mittelung der Angaben über Beträge des Kephalins ohne weitere Unterteilung ergeben sich folgende Werte: 2350 µMol % in der frischen und 12600 µMol % in der trockenen grauen, sowie 386 µMol % in der frischen weißen und 19200 µMol % in der trockenen weißen Substanz.

Im Liquor cerebrospinalis sind 0,126 µMol %, im Serum 13,6 µMol % Kephalin enthalten.

Graphik s. S. 70


SPHINGOMYELIN in µMol %
25000
10000
7500
5000
2500
1000
750
500
250
100
75
50
25
10
7,5
5
2,5
1
0,75
0,5
0,25
0,1
WS
GS
WS
GS
L
S


COLAMIN + SERIN - KEPHALIN
in µMol %
· Colamin - Kephalin
× nur Serin - Kephalin
25000
10000
7500
5000
2500
1000
750
500
250
100
75
50
25
10
7,5
5
2,5
1
0,75
0,5
0,25
0,1
0,075
0,05
0,025
0,01
WS
GS
WS
GS
L
S

Plasmalogene

Graue Substanz

µMol% Feuchtgewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1960	Webster		920		
				720		
			Putamen	1340		
				940	4	980
2	1961	Gerstl u. M.		990		
				960		
				690	3	880
3	1966	Gerstl u. M.			1	700

µMol% Trockengewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1954	Stammler			1	3.570
2	1959	Rapport u. M.		1)	1	5.265
3	1966	Norton u. M.		3030		
				3690		
				4700	3	3.840

1) MW aus Parietal - Hirn = 5.120 u Mol%
+ Frontal - Hirn = 5.400 u Mol%

Plasmalogene

Weiße Substanz

µMol % Feuchtgewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1960	Webster		3.280		
			Caps. int.	4.060		
				3.080	3	3.473
				3.290		
			Corp. call.	3.450	2	3.370
				2.960		
			Rückenmark	3.590	2	3.225
2	1961	Gerstl u. M.		3.710		
				3.360		
				2.940	3	3.337
3	1963	Gerstl u. M.	frontal	3.420		
				3.600		
				2.650		
				2.910		
				3.070		
				2.800		
				3.130	7	3.083
			temporal	3.440		
				3.900		
				3.530		
				3.170		
				2.810		
				3.740		
				3.130	7	3.389
4	1966	Gerstl u. M.			1	3.000
5	1967	Gerstl u. M.		2.600		
				3.100		
				3.700		
				3.400		
				3.200		
				3.600		
				3.300		
				3.300		
				2.500	9	3.189

Plasmalogene

Weiße Substanz

µMol% Trockengewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1958	Bauer u. M.			1	1.897
2	1958	Norton u. M.		7.320		
				9.480		
				8.520	3	8.520
3	1959	Rapport u. M.		1)	1	9.250
4	1963	Gerstl u. M.			1	11.500
5	1967	Gerstl u. M.		9.000		
				10.000		
				11.000		
				16.000		
				12.000		
				11.000		
				11.000		
				11.000		
				11.000	9	11.333

1) MW aus Parietal - Hirn = 10.900 uMol%
+ Frontal - Hirn = 7.600 uMol%

Plasmalogene

Plasmalogene sind in der frischen grauen Substanz zu 936 µMol%, in der frischen weißen Substanz zu 3300 µMol% enthalten. In der trockenen grauen Substanz befinden sich 4100 µMol%, in der trockenen weißen Substanz 10800 µMol%. GERSTL u. M. (1967) sowie RAPPORT u. M. (1959) fanden im Frontallappen einen gegenüber dem Parietallappen höheren Plasmalogengehalt.

Graphik s. S. 95

Sphingomyelin

Graue Substanz

µMol% Feuchtgewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1948	Johnson u. M.		407 745	2	576
2	1949	Brante			1	366
3	1949	Johnson u. M.	121		5	718
4	1953	Cumings		867 1.328	2	1.098
5	1955	Cumings		1.897 1.938 1.274	3	1.703
6	1958	Cumings		813 949 1.084	3	949
7	1960	Papadopoulus			1	420
8	1960	Plum u. Hansen				745
9	1962	Davison u. M.	42			398
10	1964	Davison	27		8	645

µMol% Trockengewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1949	Johnson u. M.	879		5	4.106
2	1960	Papadopoulus			1	2.575
3	1961	Ansell			x/1	3.490
4	1963	Svennerholm			1	2.300
5	1965	O'Brien			1	2.710
6	1967	Oppenheimer u. M.			4	2.846
7	1968	Kamoshita u. M.			1	2.499

Sphingomyelin

Weiße Substanz

µMol % Feuchtgewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1948	Johnson u. M.		3.523 2.439	2	2.981
2	1949	Brante			1	1.470
3	1949	Johnson u. M.	545		5	2.710
4	1953	Cumings		3.117 2.846	2	2.981
5	1955	Cumings		3.794 2.412 3.428	3	3.211
6	1958	Cumings		1.897 2.168 2.710	3	2.258
7	1960	Papadopoulus			1	1.829
8	1960	Plum u. Hansen				3.577
9	1962	Davison u. M.	156			1.770
10	1964	Jatzkewitz			1	2.170
11	1964	Davison	77		8	1.755

µMol % Trockengewicht						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1949	Johnson u. M.	2.030		5	9.241
2	1960	Papadopoulus			1	6.233
3	1961	Ansell			x/1	13.950
4	1963	Svennerholm			1	6.500
5	1963	Tingey			1	3.390
6	1964	Jatzkewitz			1	6.500
7	1965	O'Brien			1	5.820
8	1967	Oppenheimer u. M.			4	3.523
9	1968	Kamoshita u. M.			1	5.854

Sphingomyelin

Liquor

µMol%						
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1959	Tourtelotte	0,032		27	0,116
2	1960	Papadopoulus			P	0,108
3	1961	Tourtelotte	0,030		28	0,119
4	1962	Tourtelotte VII	0,029		43	0,119
5	1963	Phillips u. M. (x)			1	0,097
6	1963	Zilkha u. M.			23	0,129
7	1965	Tourtelotte	0,029		40	0,119
8	1966	Pilz u. M.	0,022		20	0,144
	Myelin:					
	1968	Kamoshita		7,486 6,479	2	6,983

(x) Angaben des Phosphorgehalts µg/100 ml

Sphingomyelin

Serum

Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1959	Plum u. M.	15,08		27	90
2	1960	Etienne u. M.			7	59,7
3	1960	Papadopoulus				29,8
4	1960	Phillips	12,-		15	59,-
5	1961	Tourtelotte	9,0		21	53,0
6	1962	Phillips	5,9		15	58,9
7	1962	Tourtelotte VIII	8,8		35	53
8	1963	Robinson u. M.			8	52,9
9	1964	Christian u. M.			10	42,6
10	1965	Tourtelotte	9,0		40	53,0
11	1965	Vikrot			9	60,1
12	1966	Jeannet u. M. 22-23 J.	6,1		6	45,2
13	1966	Montfoort u. M.	12,2		6	58
14	1966	Pilz u. M.	2,05		10	54,0
15	1966	Zöllner u. M.	8,58		30	48,5
16	1967	Olthoff u. M.	15,4		32	48,1
17	1967	Zahler			1	46,7

Sphingomyelin

Sphingomyeline liefern 10,8% der Phospholipide der grauen, 17,2% der weißen Substanz, 20,5% der des Liquor cerebrospinalis und 19% der des Serums. In 100 g frischer grauer Substanz sind 780 µMol, in gleicher Menge trockener grauer Substanz 2710 µMol Sphingomyelin enthalten. 100 g feuchte weiße Substanz beinhalten 2590 µMol, die gleiche Menge trockene weiße Substanz 6200 µMol. Im Liquor werden 0,114 µMol%, im Serum 54 µMol% Sphingomyeline gefunden.

Graphik s. S. 70

C e r e b r o s i d e

G r a u e S u b s t a n z

µMol % Feuchtgewicht									
							Gesamt		
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	$\bar{x}$	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1948	Johnson u. M.					768		
							1.463	2	1.116
2	1949	Brante						1	778
3	1949	Johnson u. M.				654		5	1.061
4	1953	Cumings					1.732		
							2.049	2	1.891
5	1955	Cumings					1.646		
							2.244		
							2.561	3	2.150
6	1958	Cumings u. M.					244		
							232		
							317	3	264
7	1960	Plum u. Hansen							1.963
8	1961	Radin u. M.					598		
							573	2	585
9	1962	Davison u. M.				26			382
10	1964	O'Brien					716		716
							905	2	810
11	1964	Davison u. M.						2/1	409

C e r e b r o s i d e

G r a u e S u b s t a n z

µMol % Trockengewicht									
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	$\bar{x}$	s	Gesamt x_i	N	$\bar{x}$
1	1949	Johnson u. M.				2.182		5	6.756
2	1960	Malony u. M.						1	5.050
3	1963	Svennerholm						1	900
4	1963	Wender					2.190		
							2.310		
							2.920		
							2.680	4	2.525
5	1965	O'Brien						3/1	2.073
6	1965	Suzuki					5.463		
							3.683		
							5.500		
							4.683		
							5.146		
							4.610	6	4.848
7	1965	Wender u. M.						1	4.315
8	1966	Cherayil					4.134		
							2.854		
							4.146		
							3.561		
							4.280		
							2.171	6	3.524
9	1966	Landolt u. M.						1	5.230

Graue Substanz

µMol % Trockengewicht									
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	$\bar{x}$	s	Gesamt x_i	N	$\bar{x}$
10	1967	Oppenheimer u. M. [2]						4	1.286 [2]
11	1968	Hooghwinkel u. M. [1]					5.806		
							5.294		
							6.043		
							5.924		
							5.924	5	5.924
12	1968	Kamoshita u. M.						1	620
13	1968	Menkes u. M. (Cerebellum !)						1	3.152
14	1968	Menkes u. M.						3	2.957
15	1968	Yanagihara u. M.					1.970		
							2.310		
							1.970	3	1.750

1) = MG 844, weil als Summe von Cerebrosid u. Sulfatid angegeben (und Verhältnis 2,4 : 1) (N = 5)

2) Errechnet aus Lipid-Hexosen minus Sulfatide und Mittel aus NANA - bzw. Lipid-Hexosamin-Werten

W e i ß e S u b s t a n z

µMol % Feuchtgewicht									
							Gesamt		
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	$\bar{x}$	s	x_i	N	$\bar{x}$
1	1948	Johnson u. M.					5.049		
							5.622	2	5.335
2	1949	Brante						1	5.690
3	1949	Johnson u. M.				518		5	5.829
4	1953	Cumings					6.707		
							7.073	2	6.890
5	1955	Cumings					6.110		
							6.341		
							7.610	3	6.687
6	1958	Cumings u. M.					4.878		
							6.122		
							4.037	3	5.012
7	1960	Plum u. Hansen							6.427
8	1961	Radin u. M.					4.098		
							3.646	2	3.872
9	1962	Davison u. M.				437			4.665
10	1964	O'Brien					3.463		
							4.256	2	3.860
11	1964	Davison u. M.						3/1	4.775
12	1964	Jatzkewitz			Cerasin =		2.010		
					Cerebron =		3.250	1	5.260

C e r e b r o s i d e

W e i ß e S u b s t a n z

µMol% Trockengewicht

Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	$\bar{x}$	Gesamt s	Gesamt x_i	Gesamt N	Gesamt $\bar{x}$
1	1949	Bauer u. M.				2.700		5	19.854
2	1958	Bauer u. M.						1	21.585
3	1963	Gerstl u. M.						1	16.800
4	1960	Malony u. M.						1	21.850
5	1963	Svennerholm						1	16.820
6	1964	Wender u. M.						1	19.750
7	1964	Jatzkewitz						1	15.780
8	1964	Wender u. M.					17.927 18.049 18.415 18.780	4	18.293
9	1965	O'Brien						1	14.600
10	1965	Suzuki						1	21.646
11	1965	Wender u. M.						1	19.750
12	1966	Cherayil						1	13.146
13	1966								
14	1967	Oppenheimer u. M. [1]						4	16.214 [1]

1) Errechnet aus Lipid-Hexosen minus Sulfatide und Mittel aus NANA- bzw. Lipid-Hexosamin-Werten

C e r e b r o s i d e

W e i ß e S u b s t a n z

µMol% Trockengewicht									
							Gesamt		
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	$\bar{x}$	s	x_i	N	$\bar{x}$
15	1968	Cumings u. M.							18.171
16	1968	Hooghwinkel u. M. [1]					22.038		
							20.853		
							20.853		
							20.261		
							23.697	5	21.540
17	1968	Kamoshita u. M.						1	15.673
18	1968	Kamoshita u. M. (Myelin):					9.988		
							18.254	2	14.121
19	1968	Menkes u. M.						3	13.707

1) = MG 844, weil als Summe von Cerebrosid u. Sulfatid angegeben (und Verhältnis 2,4 : 1) (N = 5)

L i q u o r

µMol %									
Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	$\bar{x}$	s	Gesamt x_i	N	$\bar{x}$
1	1959	Tourtelotte				0,040		24	0,073
2	1961	Tourtelotte				0,056		28	0,094
3	1965	Tourtelotte				0,056		40	0,094

S e r u m

Nr.	Jahr	Autor	s	x_i	$\bar{x}$	s	Gesamt x_i	N	$\bar{x}$
1	1961	Tourtelotte				18,5		21	26,0
2	1965	Tourtelotte				19,0		40	26,0
3	1966	Hooghwinkel u. M. Glykolipide (!)					11,7 - 37,2		20,0

Cerebroside

6 bis 10 von 100 g der Gesamtlipide der grauen und 20 bis 30 g von 100 g der Gesamtlipide der weißen Substanz sind Cerebroside. Nach ALLING (1965) stellen die Cerebroside 0,8 % der Gesamtlipide des Serums und 0,3 % der des Liquor cerebrospinalis. 100 g frischer grauer Substanz enthalten 770 µMol, frischer weißer Substanz 5430 µMol, die gleiche Menge trockener grauer Substanz 3830 µMol und trockener weißer Substanz 18200 µMol Cerebroside. Die Angaben, die sich auf die graue Substanz beziehen, streuen sehr weit. Von den Werten, die sich auf das Trockengewicht beziehen, entfernen sich die der Autoren SVENNERHOLM (1963), KAMOSHITA u. M. (1968) und SUZUKI u. M. (1968) vom Medianwert erheblich.

H. O. CHRISTENSEN LOU u. Z. MATZKE (1965) sehen in dem Quotienten aus Cerebrosiden und Lecithin des Liquor cerebrospinalis einen wichtigen "Index für die Intensität der Destruktion der weißen Substanz". Sie fanden mit einem erhöhten Kephalin/Lecithin - Quotienten immer einen erhöhten Cerebrosid/Lecithin - Quotienten verbunden.

Graphik s. S. 91

Ganglioside

Graue Substanz

µMol% Feuchtgewicht						
Nr.	Jahr	Autor	M	x_i	N	$\bar{x}$
1	1966	Norton u. M.			3-1	262,-
2	1968	Derry u. M.		8	7	171,-
3	1968	Suzuki u. M.				305,-

µMol% Trockengewicht						
1	1958	Cumings		1135		
				1785		
				721	3	1214
2	1966	Cherayil		857		
				1028		
				925		
				637		
				1096	5	909
3	1966	Suzuki u. M.		1650	5-1	1650
4	1967	Oppenheimer u. M.		1022		1022
5	1968	Hooghwinkel u. M.		1520		
				1487		
				1423		
				1455		
				1293	5	1.436
6	1968	Kamoshita u. M.		2144		
7	1968	Janagihara u. M.		735,-		
				810		
				885	3	810

Ganglioside

Weiße Substanz

Nr.	Jahr	Autor	M	x_i	N	$\bar{x}$
µMol% Feuchtgewicht						
1	1966	Norton u. M.			3-1	35,5
2	1967	Kishimoto u. M.	occ.	11,8		
			fr.	22,2		
			fr.	19,9	3	18,9
3	1968	Suzuki			1	92,5
µMol% Trockengewicht						
1	1966	Suzuki u. M.			5-1	200,-
2	1967	Oppenheimer u. M.				188,-
3	1968	Hooghwinkel u. M.		420		
				453		
				453		
				453		
				420	5	440
4	1968	Kamoshita u. M.				323,-
5	1968	Yamagihara u. M.		147,-		
				187		
				188	3	174,-

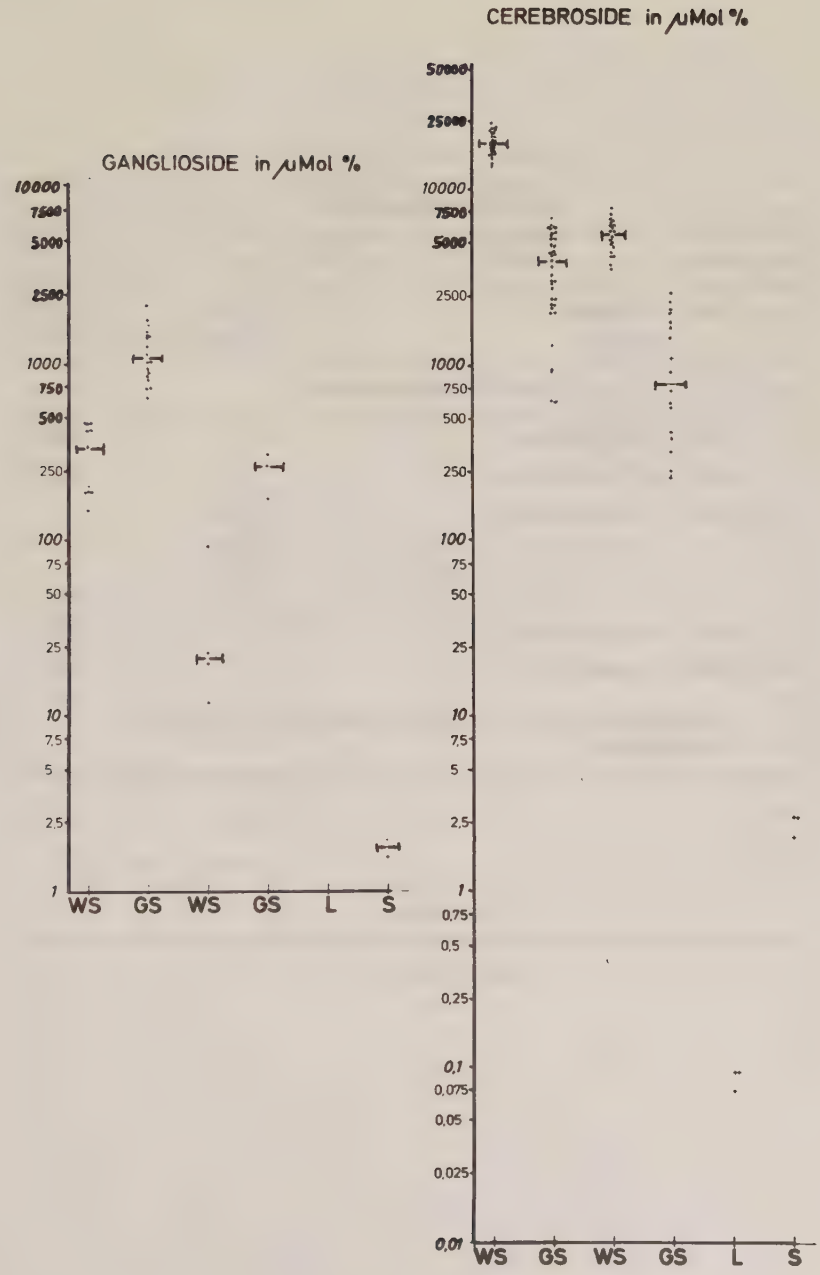
Serum

Nr.	Jahr	Autor	x_i	N	$\bar{x}$
1	1966	Hooghwinkel		13	1,58
2	1966	van Crevold		1	1,97

Ganglioside

Die Konzentration der Ganglioside ist in der weißen Substanz im Gegensatz zu allen übrigen Lipiden niedriger als in der grauen Substanz. Die weiße Substanz enthält in 100 g Frischgewicht 21,2 µMol, in der Trockensubstanz 342 µMol Ganglioside. Die entsprechenden Werte für die graue Substanz liegen bei 262 µMol und 1090 µMol.

Graphik s. S. 91


CEREBROSIDE in µMol %
50000
25000
10000
7500
5000
2500
1000
750
500
250
100
75
50
25
10
7,5
5
2,5
1
0,75
0,5
0,25
0,1
0,075
0,05
0,025
0,01
WS
GS
WS
GS
L
S
GANGLIOSIDE in µMol %
10000
7500
5000
2500
1000
750
500
250
100
75
50
25
10
7,5
5
2,5
1
WS
GS
WS
GS
L
S

S u l f a t i d e

G r a u e S u b s t a n z

Nr.	Jahr	Autor	M	x_i	N	$\bar{x}$
µMol % Feuchtgewicht						
1	1964	O'Brien		1.378 800	2	1.089
µMol % Trockengewicht						
1	1963	Svennerholm			1	500
2	1965	O'Brien u. M.			1	665
3	1966	Cherayil u. M.		1.389 889 1.133 811	5	1.056
4	1967	Oppenheimer u. M.			4	3.680
5	1968	Suzuki u. M. [1)]			1	154

1) Umgerechnet aus % Lipid bei quantitativer Angabe des Totallipids

S e r u m

MG = 900

S u l f a t i d e

W e i ß e S u b s t a n z

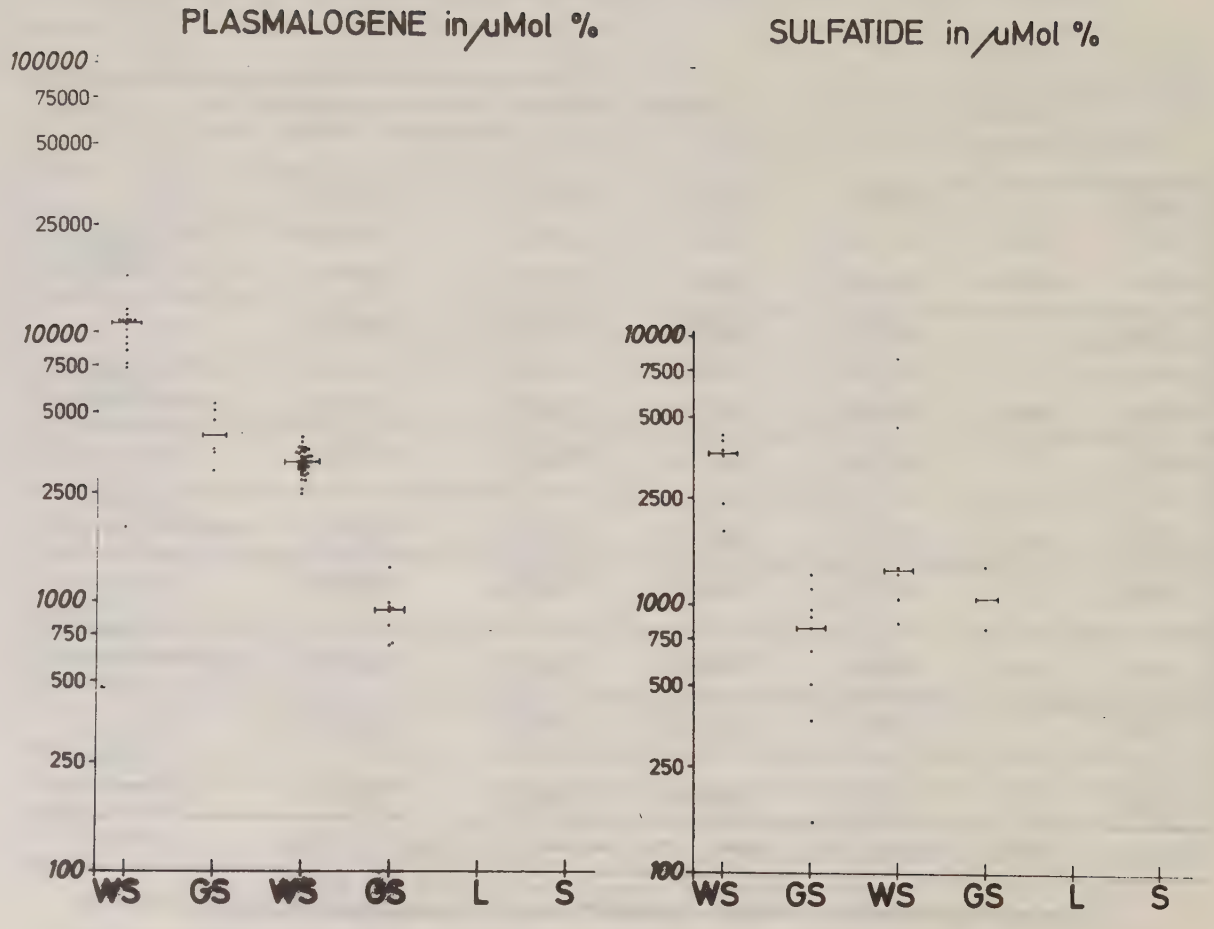
µ Mol % Feuchtgewicht						
Nr.	Jahr	Autor	M	x_i	N	$\bar{x}$
1	1965	Suzuki u. M.		1.289 744 1.033	3	1.022
2	1964	O' Brien		8.167 4.611	2	6.389
3		Jatzkewitz	822 522		1	1.344

µ Mol % Trockengewicht					
1	1963	Svennerholm u. M.		1	1.890
2	1965	O' Brien		1	3.560
3	1966	Malone u. M.		1	3.720
		Jatzkewitz		1	4.033
4	1967	Oppenheimer u. M.		4	4.210
5	1968	Cumings u. M.			3.867
6	1968	Suzuki u. M.		1	2.370

Sulfatide

Die graue Substanz enthält 1040 µMol Sulfatide in 100 g Frisch- und 808 µMol in 100 g Trockensubstanz. Für die weiße Substanz lauten die entsprechenden Werte 1330 µMol und 3630 µMol. Der Widerspruch, daß nach diesen Angaben feuchte graue Substanz mehr Sulfatide enthält als trockene graue Substanz, ergibt sich daraus, daß für die auf Trockensubstanz bezogenen Angaben nur 2 Werte angegeben sind, die denen für die Frischsubstanz angegebenen des oberen Bereiches entsprechen.

Graphik s. S. 95


PLASMALOGENE in µMol %
100000
75000
50000
25000
10000
7500
5000
2500
1000
750
500
250
100
WS
GS
WS
GS
L
S
SULFATIDE in µMol %
10000
7500
5000
2500
1000
750
500
250
100
WS
GS
WS
GS
L
S

Zusammenstellung der MEDIANWERTE der Lipidkonzentrationen in den einzelnen Medien:

Lipid	W.S. trocken	G.S. trocken	W.S. feucht	G.S. feucht	Liquor	Serum
Gesamtlipide (mg %)	62.000,-	33.000,-	26.800,-	6.100,-	1,26	640,-
(x)	49.250	26.200	21.350	4.840,-	1	508,-
Gesamtcholesterin (µMol %)	36.900,-	17.700,-	10.400,-	2.880,-	1,05	546,-
(x)	35.200,-	16.850,-	9.920,-	2.750,-	1	520,-
freies Cholesterin (µMol %)	37.800,-	25.800,-	9.900,-	2.580,-	0,546	150,-
(x)	69.300,-	47.300,-	18.200,-	4.740,-	1	276,-
Phospholipide (µMol %)	45.800,-	29.200,-	9.200,-	4.600,-	0,602	290,-
(x)	76.000,-	48.400,-	15.220,-	7.620,-	1	481,-
Lecithin (µMol %)	9.520,-	11.500,-	2.880,-	2.600,-	0,274	182,-
(x)	34.750,-	42.000,-	10.520,-	9.480,-	1	663,-

(x) Diese Angaben drücken die Verhältnisse der Konzentrationen der einzelnen Lipide in den einzelnen Medien aus, wobei die Konzentration im Liquor = 1 gesetzt ist.

Zusammenstellung der MEDIANWERTE der Lipidkonzentrationen in den einzelnen Medien :

Lipid	W. S. trocken	G. S. trocken	W. S. feucht	G. S. feucht	Liquor	Serum
Lysolecithin (µMol%)	3.846,-	1.058,-	1.115,-	173,-	0,052	25,9
(x)	73.800,-	20.300,-	21.400,-	3.330,-	1	489,-
Kephalin Serin (µMol%) + EPG	19.200,-	12.600,-	386,-	2.350,-	0,126	13,6
(x)	152.100,-	100.000,-	3.060,-	18.620,-	1	108,-
Colamin - Keph. (µMol%)	12.200,-	11.800,-	3.560,-	1.900,-		
Sphingomyelin (µMol%)	6.200,-	2.710,-	2.590,-	780,-	0,114	54,-
(x)	55.800,-	24.400,-	23.300,-	7.000,-	1	485,-
Sulfatide (µMol%)	3.630,-	808,-	1.330,-	1.040,-		
Plasmalogene (µMol%)	10.800,-	4.100,-	3.300,-	936,-		
Cerebroside (µMol%)	18.200,-	3.830,-	5.430,-	770,-		
Ganglioside (µMol%)	342,-	1.090,-	21,2	262,-		17,8

(x) Diese Angaben drücken die Verhältnisse der Konzentrationen der einzelnen Lipide in den einzelnen Medien aus, wobei die Konzentration im Liquor = 1 gesetzt ist.

% - Verteilung der PHOSPHO-LIPIDE

Graue Substanz

Jahr	Autor	N	P-Lipide g% T.G.	EPG	SPG	JPG	CPG	L.L.	Cardio-lipin	Sphing.
1960	Papadopoulus u.M.			33,1			52,1	3,3		11,5
1962	Davison u.M.			47,8			38,5	-		8,8
1965	McIlwain			37,-	14,3	5,7	28,6	tr		14,5
1968	Hooghwinkel	5		36,7			47,2	1,8		14,6
1968	Svennerholm		24,6 = 100	36,1	13,3	2,6	37,1			10,9
			21,7 = 100	33,6	11,4	4,4	39,7			10,9
			26,1 = 100	35,6	13,9	3,2	36,9			10,4
			24,9 = 100	37,0	12,4	3,1	37,5			9,0
			24,8 = 100	36,8	12,7	4,1	35,3			10,9
1968	Yanagihara u.M.		18,2 = 100	37,4	10,7	3,2	38,1		1,6	8,7
			19,7 = 100	35,5	14,1	0,9	34,2		2,5	12,6
			21,8 = 100	35,9	12,7	2,8	36,5		2,7	9,-
1969	Yanagihara u.M.			36,3(1)	12,1(1)	3,5	36,9(1)		1,-	10,-

(1) Phosphatidal + Phosphatidylverbindungen tr = Spur

% - Verteilung der PHOSPHO-LIPIDE

Weiße Substanz

Jahr	Autor	N	P-Lipide g% T.G.	EPG	SPG	JPG	CPG	L.L.	Cardio-lipin	Sphing.
1960	Papadopoulus u.M.			45,4			29,5	7,5		17,5
1962	Davison u.M.			44,2			24,3			17,3
1965	McIlwain			28,4	20,3	5,3	19,-	tr		27,-
1968	Hooghwinkel			38,9			37,4	-		23,7
1968	Svennerholm			35,2	21,1	2,3	24,6			16,9
				33,2	19,6	3,1	25,8			19,6
				33,9	20,3	2,4	25,1			18,3
				37,1	19,8	2,1	25,-			16,-
				36,4	19,3	2,7	25,3			16,3
1968	Yanagihara			37,6	18,1	2,4	26,2		0,6	15,1
				36,8	17,1	2,9	27,1		0,9	14,9
				35,7	19,7	1,6	25,7		1,1	16,8
1969	Yanagihara u.M.			37,2	18,6	1,9	23,7		ø	18,4

% - Verteilung der PHOSPHO-LIPIDE

L i q u o r

Jahr	Autor	N	P-Lipide P ug/ml	EPG	SPG	JPG	CPG	L. L.	Cardio-lipin	Sphing.
1959	Tourtelotte u. M.			27,4 (1)			47,8			24,8
1960	Papadopoulus			17,-			60,-	7,-		16,-
1962	McArdle u. M.	21		5,2			56,7	11,2 (2)		26,9
1963	Phillips u. M.			5,7			68,5	6,2		19,6
				6,9			73,8	—		19,3
				5,6			65,6	7,4		21,4
1966	Clausen			6,5			57,9			29,1
1968	Sastry u. M.	5		11,7			49,8	14,2		6,7

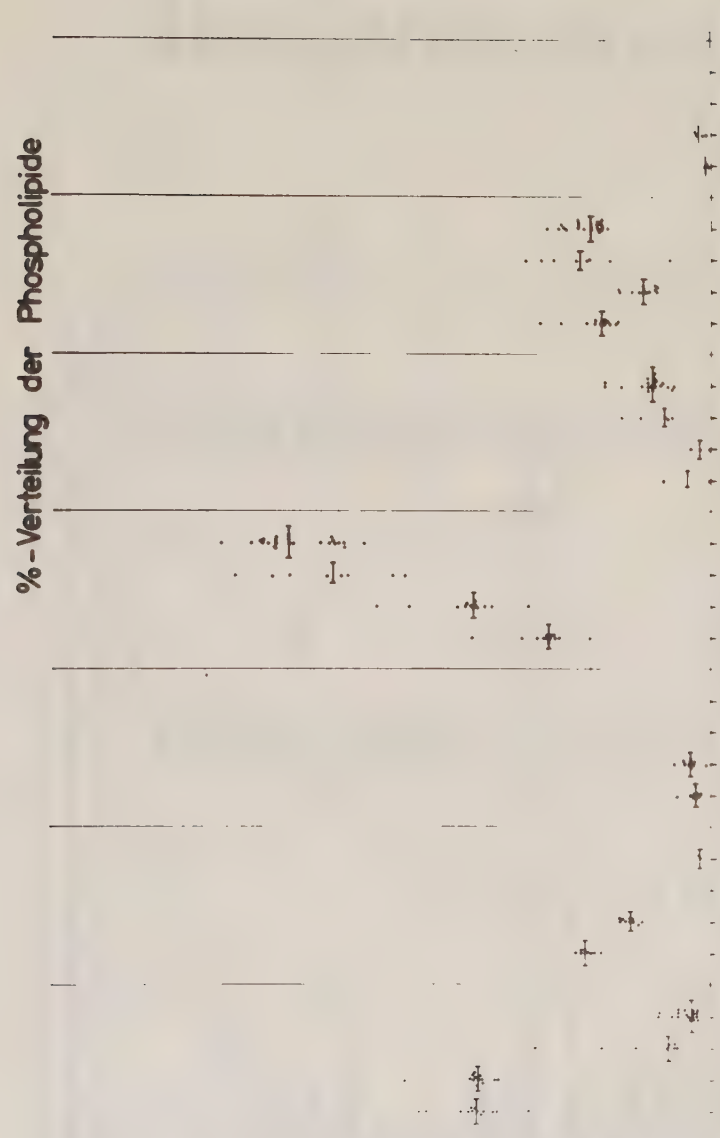
(1) enthält zusätzlich JPG (2) enthält auch nichtcholinhaltige P-Lipide

% - Verteilung der PHOSPHO-LIPIDE

S e r u m (z.T. PLASMA)

Jahr	Autor	N	P-Lipide P ug/ml	EPG	SPG	JPG	CPG	L.L.	Cardio-lipin	Sphing.
1959	Gyone u.M.	8	98	6,-			66,-	9,-		18,-
1959	Marinetti u. M.	2	57	2,-			68,-	9,- (1)		21,-
1960	Etienne u. M.	7	88	8,- (2)			61,-	10,-		21,-
1960	Papadopoulus u. M.			5,-			70,-	7,-		18,-
1960	Phillips		100	5,- (1)			68,-	8,-		19,-
1962	McArdle u. M.	6	-	2,8			65,2	11,- (1)		21,-
1962	Phillips	15		5,- ± 0,6			68,2 ± 1,7	7,7 ± 1,5		19,- ± 1,9
1962	Vogel u. M.	4	112	3,-			68,-	10,- (1)		19,-
1963	Doizaki u. M.	7	115	3,-			66,-	10,-		23,-
1963	Robinson u. M.	8	83	4,-			66,-	10,-		20,-
1964	Vikrot	9	88	3,-			70,-	6,-		21,-
1965	Cumings u. M.	11		8,02 ± 6,71			54,3 ± 12,4	14,05 ± 9,07		23,63 ± 3,09
1966	Clausen			3,8			69,2			23,4
1966	Clausen			2,6			76,5			18,-
1966	Hooghwinkel u. M.	24		tr.			57,4 ± 5,1	16,8 ± 3,2		25,8 ± 2,1
1966	Zöllner	30		3,1 ± 1,7			71,9 ± 4,2	8,9 ± 2,9 (1)		16,4 ± 2,6
1967	Phillips	10		3,6 ± 0,8	1,9 ± 0,7		70,4 ± 3	6,2 ± 2,3		17,4 ± 2,2
1967	Zahler			2,08			59,7	9,01		17,4
				2,68			58,9	9,3		17,8
				2,12			58,2	9,03		17,5
				2,89			59,2	9,45		17,6 (3)
				2,13			59,3	9,3		17,4
1967	?	15			1,7		57,4	16,7		24,1

(1) enthält zusätzlich JPG (2) enthält verschiedene nicht identifizierte Substanzen
(3) Rest 10-15% Cardiolipin, Phosphatidsäure, JPG, Lysokeph. Plasmalogen


% - Verteilung der Phospholipide
%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
WS GS L S
EPG
SPG
IPG
CPG
LL
Sphingomyelin, Cardiolipin

Medianwerte der %-Verteilung der Phospholipide

Lipid	W.S.	G.S.	L	S
EPG Colamin-Keph.	36,5	36,3	6,6	3,-
SPG Serin-Keph.	19,6	12,6	-	1,8
JPG Inositol/Phosphat.	2,4	3,2	-	-
CPG Lecithin	25,3	37,1	59,-	66,-
L.L. Lysolecithin	3,8	1,8	7,4	9,3
Sphingomyelin	17,2	10,8	20,5	19,-
Cardiolipin	1,-	2,-	-	-
Summe	105,8	103,8	93,5	99,1

% - Verteilung der GANGLIOSIDE

Jahr	Autor	Mat.	N	G_0	G_1	G_2	G_{2A}	G_3	G_{3A}	G_4	G_5	G_6 x)
1965	Suzuki u. M.	Hirn		4,4	23,4	32,3	-	24,1		14,5	1,2	< 1
1966	Suzuki u. M.	Hirn	5	4,6	26,2	27,-	2,8	20,7	2,8	13,7	1,5	-
1966	Norton u. M.	G. S.	3	3,9	19,7	16,2	3,-	38,-	2,-	14,2	1,7	< 1
1968	Hooghwinkel u. M.	G. S.		3,9	19,7	16,7	3,-	38,-	2,-	14,2	1,7	< 1
1968	Kamoshita u. M.	G. S.		2,03	21,77	25,43	-	28,87	-	17,53	3,3	0,63
1968	Suzuki, Johnson u. M.	G. S.		-	15,9	16,7	-	42,5	-	18,5	2,3	< 1
1966	Norton u. M.	W. S.	3	4,8	19,1	14,8	1,6	36,2	3,2	18,8	1,-	< 1
1968	Suzuki u. M.	W. S.		4,8	19,1	14,8	1,6	36,2	3,2	19,-	1,-	< 1
1968	Kamoshita u. M.	W. S.		-	18,1	13,1	-	38,5	-	20,3	1,5	< 1

x) Siehe Tabelle 2 : Nomenklatur der Ganglioside bei verschiedenen Autoren, S. 15

Gesamt - Fettsäuren

Hirn

Graue Hirnsubstanz

Nr.			
Jahr	1963		
Autor	Stein u. M.		
N			
10 : 0	6 (+++)	7	7
12 : 0	3 (++)	3	3
14 : 0	0,5	-	0,8
16 : 0	29	35	34,3
16 : 1	1,4 (+)	2,5	2,2
18 : 0	35,9	31,9	32,4
18 : 1	33,7	30,5	31,1
18 : 2	Sp	Sp	Sp

(+) C_{18} + Oleylaldehyd (++) Palmitalaldehyd

(+++) Stearinaldehyd Sp = Spur

Gesamt - Fettsäuren

Hirn

Nr.	
Jahr	1960
Autor	Johnston u. M.
N	1
14 : 0	0, 7
16 : 0	26, 1
16 : 1	1, 3
18 : 0	33, 6
18 : 1	39, 0
18 : 2	0, 6
18 : 3	0, 6
20 : 0	3, 9
20 : 4	4, 7
24 : 0	11, 6

Hirn

Weiße Hirnsubstanz

Nr.			
Jahr	1963		
Autor	Stein u. M.		
N			
10 : 0	3, 9 (+++)	4, 7	6, -
12 : 0	6, 5 (++)	8, 4	4, -
14 : 0	0, 5	0, 5	0, 9
16 : 0	15, 3	14, 7	36, -
16 : 1	1, - (+)	1, - (+)	2, 1 (+)
18 : 0	33, 1	31, 9	27, 5
18 : 1	50, 6	52, 4	34, 4
18 : 2	Sp	Sp	Sp

(+) C_{12} + Oleylaldehyd (++) Palmitaladehyd

(+++) Stearinaldehyd

Gesamt - Fettsäuren

Liquor

Nr.	1	2	3
Jahr	1963	1964	1964
Autor	Tuna	Farstad I	Farstad II
N	11	12	6
12 : 0	2,2	3,1	3,3
14 : 0	8,4	7,8	8,3
16 : 0	41,5	38,1	39,6
16 : 1	20,3	10,6	10,9
18 : 0	11,2	20,6	16,7
18 : 1	26,9	30,6	32,8
18 : 2	7,1	7,8	6,2
18 : 3	1,0	1,3	1,0
20 : 0	0,8	0,9	Sp
20 : 4	2,8		
15 : 0	5,7	1,4	2,0
17 : 0	4,0	1,5	
19 : 0	3,0 (17:1)		
20 : 1	2,5		
20 : 3	2,3		
14 : 1	4,8		
15 : 1	2,8		

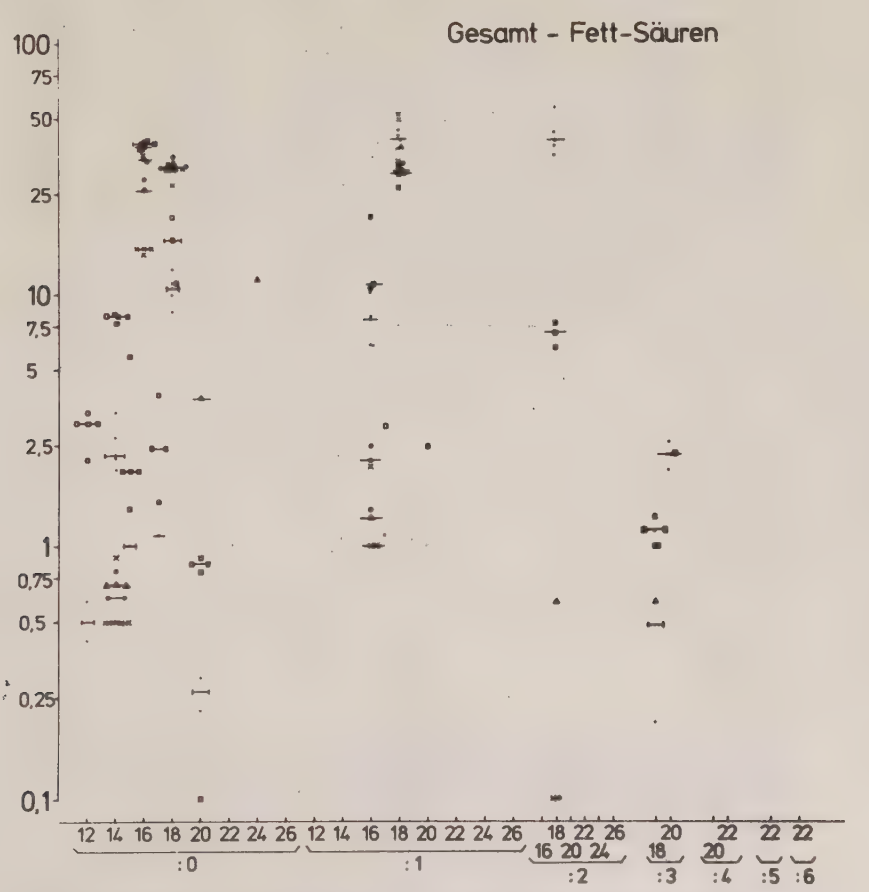
Gesamt - Fettsäuren

Serum

Nr.	1	2	3	4	5
Jahr	1960	1963	1964	1966	1966
Autor	Schrade u. M.	Tuna	Baker u. M.	Baker u. M.	Baker u. M.
N	25	11	20	8	7
12 : 0	0,42	0,6			
14 : 0	2,25	2,7	2,0	3,4	2,3
16 : 0	41,3	38,8	39,4	37,7	39,0
16 : 1	10,3	8,2	6,3	8,0	6,3
18 : 0	10,0	11,1	8,6	10,8	12,7
18 : 1	38,4	41,9	45,7	43,5	42,0
18 : 2	36,1	39,6	44,5	41,9	56,1
18 : 3	1,14	0,2			
20 : 0	0,226	0,3			
20 : 4		9,8	9,0	9,9	13,7
15 : 0		1,0			
17 : 0		1,1			
19 : 0		1,1 (17:1)			
20 : 1		0			
20 : 3		2,3	2,3	2,0	2,6
14 : 1	0,36	0,9			
15 : 1		0,9			

Gesamtfettsäuren

Die 16 : 0, 18 : 0 und 18 : 1 - Fettsäuren liegen innerhalb der Medien Hirnsubstanz, Liquor und Serum in ihrem Prozentualanteil der Gesamtfettsäuren bei vergleichbaren Werten. Bei den 20 : 0 und 18 : 2 - Fettsäuren liegt der Prozentualanteil der Fettsäuren in der logarithmischen Mitte zwischen beiden übrigen Fettsäuren. Die häufigsten Fettsäuren sind in der weißen Substanz sowie im Serum die 18 : 1 - Fettsäuren, im Liquor und der grauen Substanz die 16 : 0 - Fettsäuren.



Zeichenerklärung: ● = Serum × = Weiße Substanz ○ = Graue Substanz
△ = Hirn gesamt □ = Liquor

Freie Fettsäuren

Serum

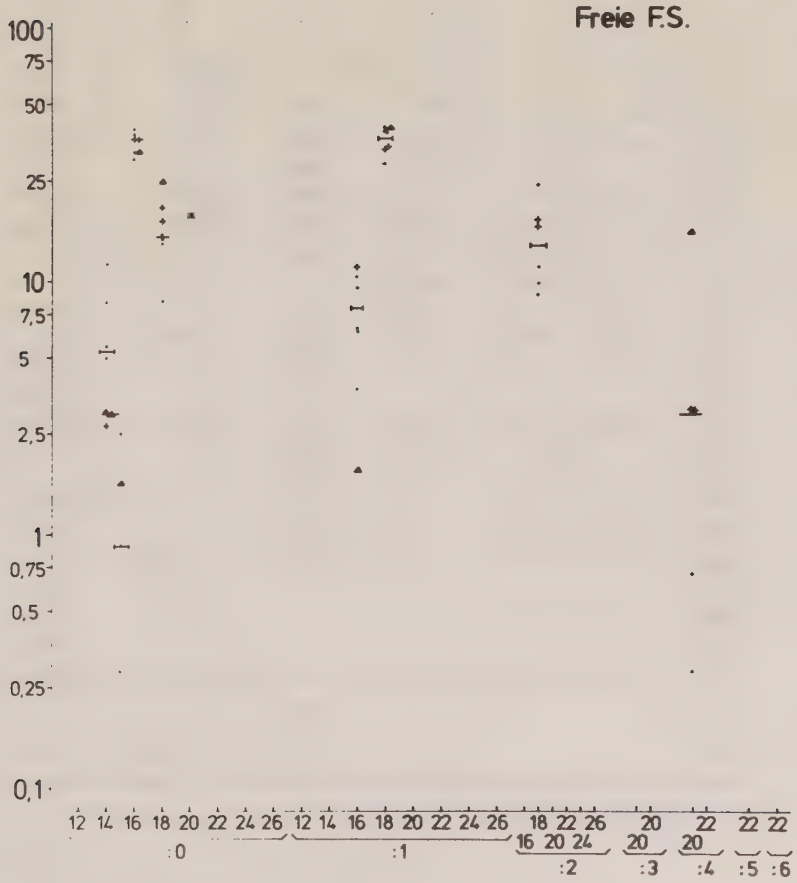
Nr.								
Jahr	1960				1965	1960	1961	1969
Autor	Schrade u. M.				Czeglédi-Jankó	Hallgren	Lindgren	Maeda
N	16							
14 : 0	2,7	± 0,2	3,05	± 0,2	8,3	5,-	11,7	5,6
16 : 0	36,9	± 1,1	36,6	± 0,9	32,6	30,4	38,3	40,-
16 : 1	9,5	± 0,7	11,5	± 0,65	3,8	6,4	6,6	10,5
18 : 0	19,7	± 1,-	17,4	± 1,-	14,8	14,1	15,3	8,4
18 : 1	33,9	± 1,1	34,5	± 0,9	49,8	49,1	39,8	41,1
18 : 2	17,8	± 1,1	16,8	± 0,9	9,9	11,4	24,3	8,9
20 : 4	3,16	± 0,3	3,1	± 0,3		0,7	3,-	0,24
15 : 0						0,9	0,29	2,5
	16 - 41 J.		46 - 71 J.					
22 : 6	2,35	± 0,25	2,56	± 0,2				

Hirn

Nr.	
Jahr	1962
Autor	Grossi u. M.
N	3
12 : 0	0,4
14 : 0	3,0
16 : 0	32,5
16 : 1	1,8
18 : 0	24,9
18 : 1	40,8
20 : 0	18,2
20 : 4	15,8
15 : 0	1,6

Freie Fettsäuren

Freie Fettsäuren wurden nur im Blut und nicht weiter aufgetrennter Hirnsubstanz bestimmt. Dabei bestehen in ihrem Prozentualanteil deutlichere Unterschiede bei den 16 : 1 - und 20 : 4- Fettsäuren. Bei den 16 : 1 - Fettsäuren spiegelt sich dasselbe Verhältnis der Prozentualanteile wider, das auch bei den Gesamtfettsäuren vorliegt.



Phospholipid - F. S.

	Liquor		Hirn		GS
Nr.					
Jahr	1960	1960	1962	1967	1965
Autor	Blomstrand	Blomstrand	Grossi u. M.	Kishimoto u. M.	O'Brien u. M.
N	P	P	4	3	
14 : 0	9,6	15,9	1,2		3,6
16 : 0	51,1	36,3	26,3	18,1	46,8
16 : 1	Sp	29,7	1,7	2,2	-
18 : 0	17,3	8,7	35,3	25,4	41,8
18 : 1	31,6	25,3	36,8	54,3	11,4
18 : 2	19,7	10,2	7,9		
18 : 3	2,0	Sp			
20 : 0					0,5
20 : 4	3,6	2,6	8,6	5,3	
22 : 0					0,33
24 : 0					0,65
26 : 0					Sp
15 : 0	7,4	11,7	0,3		
17 : 0	2,5	2,6	0,5		
23 : 0					0,22
25 : 0					Sp
20 : 1			4,5	7,5	
23 : 1					0,33
24 : 1					1,4
25 : 1					Sp
26 : 1					Sp
20 : 2			1,2		
22 : 5			6,0	7,6	
22 : 6			5,0	2,0	

Phospholipid - F. S.

S e r u m

Nr.	1	2	3			
Jahr	1960	1960	1960			
Autor	Blomstrand	Hallgren	Schrade u. M.			
N			16		15	
14 : 0	2,3	0,9	1,4	± 0,3	0,77	± 0,1
16 : 0	44,2	51,2	50,6	± 1,6	50,2	± 1,7
16 : 1	6,0		5,4	± 0,55	5,5	± 0,7
18 : 0	25,3	22,1	19,5	± 1,-	19,6	± 1,1
18 : 1	24,4	26,7	24,5	± 1,1	24,7	± 0,7
18 : 2	28,4	37,9	35,7	± 1,6	34,-	± 0,85
18 : 3	0,8					
20 : 4	8,6	16,4	14,1	± 0,85	14,3	± 0,7
15 : 0	1,8	1,1				
17 : 0	Sp		16 - 41 J		46 - 71 J	
22 : 6			5,01	± 0,7	4,8	± 0,5

Phospholipid - F. S.

Serum

Nr.	4	5	6	7	8	9
Jahr	1961	1961	1961	1961	1962	1964
Autor	Lawrie u. M.	Lindgren u. M.	Schrade u. M.	Schrade u. M.	Swell	Fuhrmann
N			19-42 J 46-71 J			4
14 : 0	2,1	3,3	1,1	0,8	Sp	3,5	0,9
16 : 0	47,4	55,-	50,-	50,-	49,9	49,7	48,9
16 : 1	4,3	1,8	5,6	5,9	5,9	3,-	3,1
18 : 0	18,4	23,6	20,2	19,8	19,7	20,5	24,2
18 : 1	29,9	19,6	24,2	24,3	24,6	26,8	23,8
18 : 2	30,6	36,2	32,6	23,6	33,7	27,7	38,7
18 : 3							1,2
20 : 0							
20 : 4	11,-	15,4	13,1	14,1	14,1	10,-	19,3
15 : 0	Sp						
22 : 6			4,8	4,6			

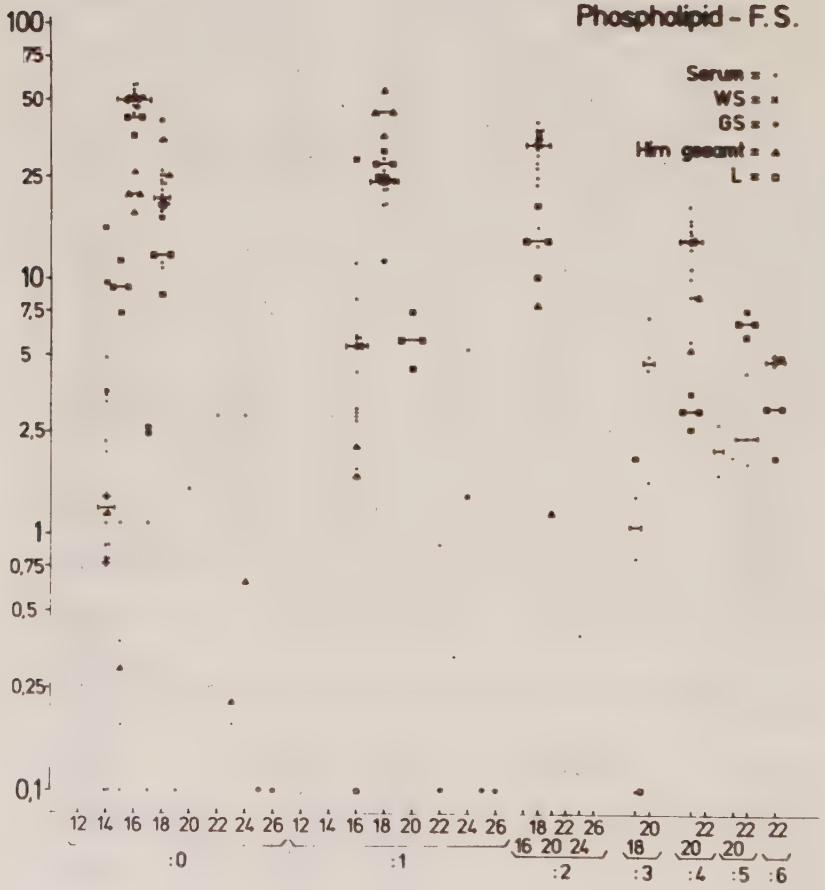
Phospholipid - F. S.

Serum

Nr.	10	11	12	13		14	15
Jahr	1964	1964	1965	1966		1969	1967
Autor	Mac Donald	Tuna u. M.	Czegledi-Janko	Zöllner u. M.		Maeda u. M.	Phillips u. M.
N				3	10		10
14 : 0	0,8	Sp	4,9			0,5	
16 : 0	57,2	50,8	57,1	49,4	52,-	54,-	51,1
16 : 1	11,5	2,8	8,3	2,9	-		
18 : 0	11,5	20,7	11,-	23,6	25,5	21,1	26,5
18 : 1	19,8	25,6	23,6	24,1	22,5	24,9	22,4
18 : 2	14,4	16,0	25,-	36,9	38,6	41,7	38,7
18 : 3		Sp		1,4	ø		0,9
							+20:1
20 : 0							1,5
20 : 4		5,7		17,-	15,-	8,6	21,0
							+22:6
22 : 0							2,9
24 : 0							2,9
26 : 0							7,1
							+22:6
15 : 0						0,38	
17 : 0							1,1
19 : 0							Sp
21 : 0							s. 20:2
23 : 0							1,8
22 : 1				0,9	ø		
24 : 1							5,3
26 : 1							0,4
							+24:4
20 : 2							1,7
							+21:0
20 : 3		1,6		5,-	4,4		7,1
20 : 5				2,-	ø		1,3
							+22:2
22 : 4				2,7	1,7		
22 : 5				4,3	1,9		2,4
22 : 6							
24 : 2							0,4

Phospholipidfettsäuren

Die häufigste Phospholipidfettsäure im Liquor und Serum ist die 16 : 0 - Fettsäure. Im selben Lipid kommt im Gehirn die 18 : 1 - Fettsäure am häufigsten vor. Deutlichere Unterschiede im Prozentualanteil einzelner Fettsäuren der Phospholipide zeigen sich zwischen denen aus Liquor und Serum bei den 18 : 2 -, 22 : 5 - und besonders 20 : 4 - Fettsäuren.



Glycerid - F. S.

S e r u m

Nr.	1	2	3			
Jahr	1960	1960	1960			
Autor	Blomstrand	Hallgren	Schrade u. M.			
N			16		15	
14 : 0	4,7	3,9	2,08	± 0,24	2,28	± 0,2
16 : 0	32,4	32,5	36,9	± 1,2	38,-	± 1,3
16 : 1	10,0	8,1	10,-	± 0,65	10,-	± 0,5
18 : 0	8,6	5,2	4,9	± 0,47	5,5	± 0,37
18 : 1	43,0	54,2	48,2	± 0,9	46,5	± 1,2
18 : 2	10,5	14,2	16,1	± 0,9	14,1	± 0,85
18 : 3	2,8					
20 : 0						
20 : 4	Sp	1,-	4,-	± 0,65	3,-	± 0,3
15 : 0	2,2	1,2	16 - 41 J		46 - 71 J	
22 : 6			2,44	± 0,2	2,5	± 0,32

Glycerid - F. S.

Serum

Nr.	4		5	6	7	
Jahr	1961		1961	1961	1961	
Autor	Lawrie	Leake	Lindgren	Schrade u. M.	Schrade u. M.	
N					19-42 J	46-71 J
14 : 0	6,5	-	4,5	2,2	2,-	2,2
16 : 0	36,2	32,9	38,6	37,6	36,8	37,6
16 : 1	12,6	6,-	4,8	10,0	10,2	10,-
18 : 0	6,5	5,5	6,-	5,6	4,8	5,6
18 : 1	44,7	55,6	50,6	46,8	48,2	46,8
18 : 2	20,5	17,4	20,3	14,7	16,8	14,7
18 : 3						
20 : 0						
20 : 4	5,9	-	1,7	3,1	4,-	3,1
15 : 0	1,7	-	-			
22 : 6					2,4	2,6

Glycerid - F. S.

Serum

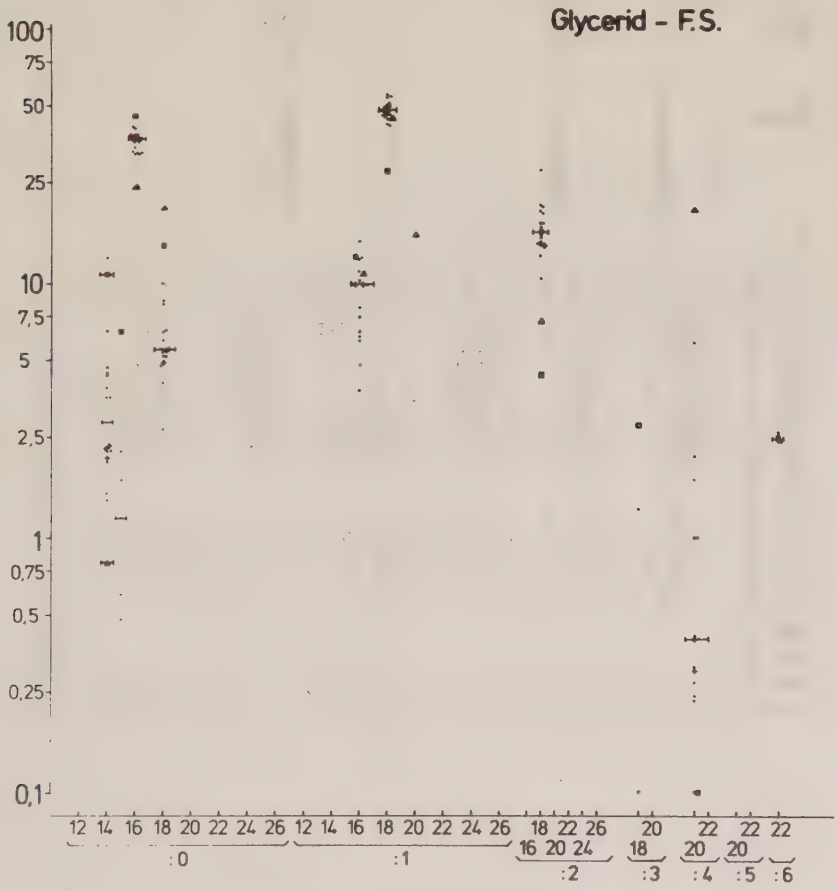
Nr.	8	9	10	11	12	13	14
Jahr	1962	1964	1964	1964	1965	1966	1969
Autor	Swell	Fuhrmann	Mac Donald	Tuna u. M.	Czegledi-Janko	Borri	Maeda
N		8					
14 : 0	4,4	2,3	1,5	1,4	12,7	3,6	3,6
16 : 0	37,9	32,9	41,1	37,3	40,8	33,-	34,4
16 : 1	3,8	7,4	12,7	6,2	6,5	14,7	11,2
18 : 0	8,3	5,2	4,1	6,6	10,0	5,4	2,7
18 : 1	50,-	54,4	42,1	49,9	42,7	46,6	51,7
18 : 2	15,8	19,1	13,-	15,2	19,5	28,3	17,4
18 : 3		1,6		Sp			
20 : 0							
20 : 4	1,-	2,3	-	2,4		2,1	0,27
15 : 0	-		-			0,6	0,48
20 : 3				1,3			

Glycerid - F. S.

	Liquor	Hirn
Nr.		
Jahr	1960	1962
Autor	Blomstrand	Grossi u. M.
N	P	3
14 : 0	10,9	0,8
16 : 0	45,1	24,0
16 : 1	12,9	11,0
18 : 0	14,1	19,9
18 : 1	27,9	45,1
18 : 2	4,4	7,2
18 : 3	2,8	
20 : 4	Sp	19,8
15 : 0	6,5	
17 : 0	1,2	
20 : 1		15,7
20 : 3		3,6

Glyceridfettsäuren

Die häufigsten Glyceridfettsäuren sind im Serum die 18 : 1 -, im Liquor und im Gehirn die 16 : 0 - Fettsäuren. Die Angaben über die Glyceridfettsäuren, die in der Hirnsubstanz und im Liquor vorliegen, sind spärlich.



Cholesterinester - F. S.

Serum

Nr.	1	2	3			
Jahr	1960	1960	1960			
Autor	Blomstrand	Hallgren	Schrade u. M.			
N	P					
14 : 0	3,7	3,5	2,7	± 0,28	1,86	± 0,34
16 : 0	31,8	27,6	30,4	± 1,54	27,4	± 1,6
16 : 1	11,2	12,1	16,7	± 1,5	18,9	± 1,1
18 : 0	4,9	2,-	6,5	± 1,5	7,2	± 0,6
18 : 1	52,0	58,3	46,4	± 1,6	46,5	± 1,9
18 : 2	96,1	117,-	117,-	± 2,45	108,-	± 2,7
18 : 3	0,6					
20 : 0						
20 : 4	4,9	14,8	16,5	± 1,25	8,8	± 0,8
15 : 0	3,2	1,5	16 - 41 J		46 - 71 J	
17 : 0	Sp					
20 : 3						
20 : 5						
22 : 6			4,8	± 0,32	3,6	± 0,3

Cholesterinester - F. S.

Serum

Nr.	4	5	6	7		8
Jahr	1961	1961	1961	1961		1962
Autor	Lawrie	Lindgren	Schrade u. M.	Schrade u. M.		Swell
N			15	15		
				19-42 J	46-71 J	
14 : 0	3,3	9,3	3,8	2,8	2,-	3,9
16 : 0	30,8	31,-	27,1	30,7	27,1	35,9
16 : 1	13,4	10,-	19,0	15,4	19,-	8,5
18 : 0	7,4	3,7	7,0	6,4	7,-	5,5
18 : 1	48,4	55,3	46,8	47,5	46,9	50,1
18 : 2	78,7	172,-	101,6	124,-	101,-	109,-
18 : 3						
20 : 0						
20 : 4	8,5	17,-	8,8	12,9		15,-
15 : 0	Sp					-
17 : 0						
20 : 3						
20 : 5						
22 : 6				5,1	3,8	

Cholesterinester - F. S.

Serum

Nr.	9	10	11	12	13	14
Jahr	1963	1964	1964	1964	1965	1965
Autor	Zöllner	Fuhrmann	Mac Donald	Tuna u. M.	Cumings u. M.	Czegledi-Janko
N		8		12	11	
14 : 0	1,9	1,7	1,2	Sp		3,5
16 : 0	29,7	30,9	29,9	30,0	33,4	34,-
16 : 1	16,9	9,4	16,6	12,6	13,9	16,6
18 : 0	2,1	3,9	3,-	6,1	4,6	9,2
18 : 1	51,3	55,9	50,5	51,4	48,1	40,2
18 : 2	95,5	145,7	75,5	80,6	72,-	66,-
18 : 3		1,4		Sp		
20 : 0						
20 : 4	11,8	19,3	-	10,5	9,4	-
15 : 0	0,4		-			-
17 : 0	0,84					
20 : 3				Sp		
20 : 5						
22 : 6						

Cholesterinester - F. S.

Serum

Nr.	15	16		17	18
Jahr	1966	1966		1969	
Autor	Borri	Zöllner		Maeda	Leake
N		3	3	3		
14 : 0	1,9	2,3	2,8	4,9	4,8	-
16 : 0	28,3	31,1	27,9	31,6	35,3	34,6
16 : 1	12,7	9,2	11,2	9,2	19,7	5,7
18 : 0	2,2	2,5	1,3	1,5	0,5	1,7
18 : 1	56,8	57,2	59,6	57,7	44,5	58,0
18 : 2	131,-	105,-	94,-	173,-	142,-	138,5
18 : 3		2,8	Sp	Sp		
20 : 0						
20 : 4	18,2	14,-	14,6	25,8	5,1	-
15 : 0	-	0,8	1,1	1,2	0,4	-
17 : 0		1,-	1,7	Sp		
20 : 3		3,-	1,0	-		
20 : 5		1,8	0,9	Sp		
22 : 6						

Cholesterinester - F. S.

Hirn

Nr.					
Jahr	1962				
Autor	Grossi u. M.				
N	2				
12 : 0	1,2				
14 : 0	3,7				
16 : 0	34,4				
16 : 1	9,0				
18 : 0	25,1				
18 : 1	28,5				
18 : 2	4,4				
15 : 0	3,9				
20 : 2	3,2				
14 : 1	2,0				

Weiße Hirnsubstanz

Nr.					
Jahr	1969				
Autor	Alling u. M.				
N					5
12 : 0	2,5	0,9	1,4	0,1	0,4
16 : 0	15,3	22,1	19,5	25,2	18,4
16 : 1	12,8	14,4	17,4	30,8	20,6
18 : 0	8,3	19,1	14,9	10,3	8,4
18 : 1	63,6	44,4	48,2	33,7	52,6
18 : 2	9,9	4,5	8,7	7,8	10,7
18 : 3	0,7	1,7	0,9	0,7	0,6
20 : 4	74,9	56,2	27,9	26,-	60,-
20 : 3	10,8 a)	2,3	10,-	5,9	12,2
22 : 4	15,6	7,7	11,5	2,9	6,8
22 : 5	2,3 b)	5,-	2,6	0,7	1,2
22 : 6	10,8	8,8	9,8	2,5	5,8

a) = $W_9 + W_6$ einzeln aufgeführt

b) = $W_6 + W_3$ einzeln aufgeführt

Cholesterinester - F. S.

Hirn

Graue Hirnsubstanz

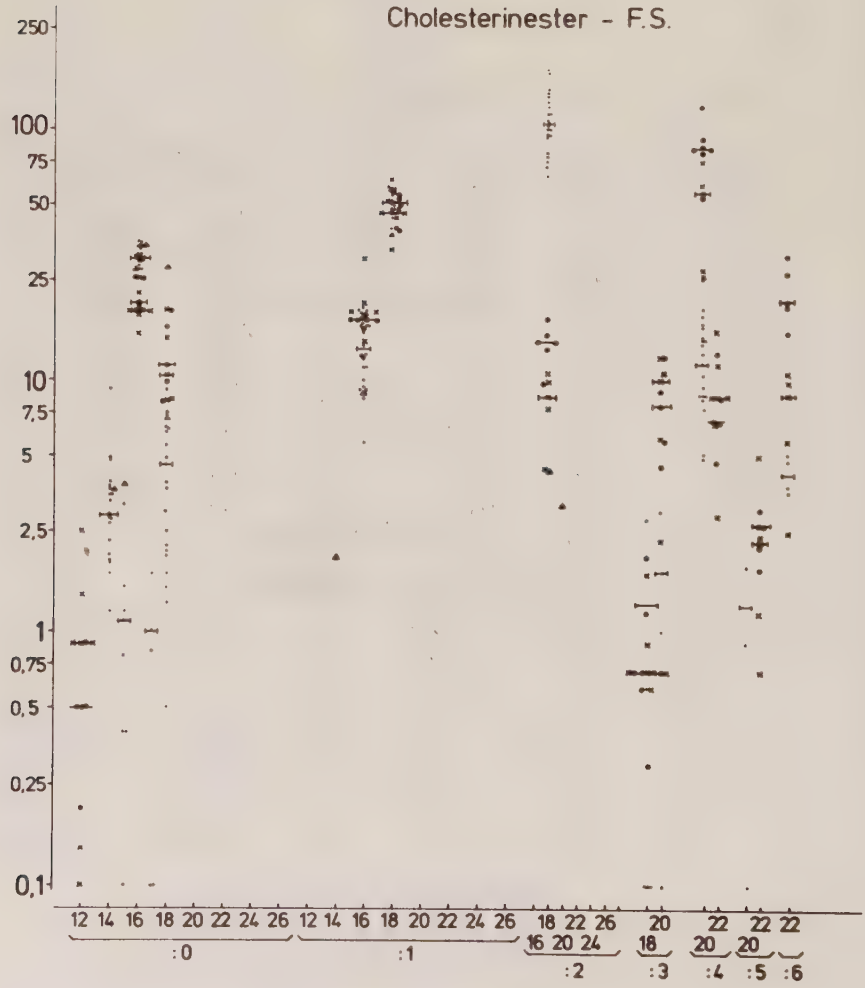
Nr.					
Jahr	1969				
Autor	Alling u. M.				
N					5
12 : 0	0,9	0,5	0,5	0,2	0,5
16 : 0	19,-	25,1	25,6	18,9	20,4
16 : 1	17,9	18,-	16,1	18,5	17,6
18 : 0	8,3	16,3	19,-	2,9	11,5
18 : 1	54,8	40,6	39,3	52,7	50,5
18 : 2	17,9	13,4	10,9	15,2	9,8
18 : 3	0,3	2,-	1,2	0,6	0,7
20 : 4	126,-	82,-	86,5	54,-	91,5
20 : 3	8,- [a]	4,6	9,2	5,8	12,5
22 : 4	13,-	5,8	6,9	6,-	8,6
22 : 5	2,7 [b]	2,2	3,1	1,8	2,7
22 : 6	27,-	31,6	20,-	21,-	15,7

a) = $W_9 + W_6$ einzeln aufgeführt

b) = $W_6 + W_3$ einzeln aufgeführt

Fettsäuren der Cholesterinester

Im Serum sind dem Cholesterin die 18 : 2 - Fettsäure, in der grauen und weißen Substanz die 20 : 4 -Fettsäuren am häufigsten angeestert. Die 18 : 0, 20 : 3 und 22 : 6 - Fettsäuren kommen an Cholesterin angeestert in grauer und weißer Substanz prozentual häufiger vor als im Serum.



L e c i t h i n - F. S.

	H i r n		L i q u o r
Nr.			
Jahr	1965	1965	1968
Autor	Rouser u. M.		Sastry u. Stancer
N	2		
10 : 0			L
12 : 0			1,1
14 : 0	Ø	Ø	3,6
16 : 0	47,58	44,38	58,3
16 : 1	Ø	Ø	1,4
18 : 0	12,09	13,88	21,8
18 : 1	40,33	41,74	18,5
18 : 2	Ø	Ø	1,6
20 : 0	Ø	Ø	
20 : 4			0,9
22 : 0	Ø	Ø	0,26
24 : 0			1,8
15 : 0			1,3
17 : 0			1,3
21 : 0	Ø	Ø	
20 : 1	Ø	Ø	
22 : 1	Ø	Ø	

Lecithin - F. S.

Serum

Nr.				
Jahr	1965	1967	1967	1969
Autor	Cumings u. M.	Phillips u. M.	Phillips u. M.	Kuksis u. M.
N	11	6	6	
14 : 0	2,6			Sp
16 : 0	51,-	49,8	49,6	54,7
16 : 1	2,8			1,5
18 : 0	20,2	25,9	25,9	24,1
18 : 1	26,0	24,3	24,5	19,7
18 : 2	30,-	47,1	47,0	54,5
18 : 3			0,9	
20 : 0		0,27	0,3	0,37
20 : 4	13,-		20,7	12,-
24 : 0		0,5	0,5	
17 : 0		1,-	1,0	2,4
23 : 0		2,9	0,3	
20 : 1				
22 : 1				
26 : 1			Sp	
20 : 2			1,3	0,7
20 : 3	3,6	6,6	6,6	4,8
20 : 5			1,0	1,3
22 : 4		0,9	0,9	
22 : 5		2,1	2,0	
22 : 6		7,8	7,8	6,6
24 : 2			Sp	

L e c i t h i n - F. S.

H i r n

Graue Hirnsubstanz

Nr.	1		
Jahr	1965		
Autor	O' Brien u. M.		
N			
14 : 0	0,6	1,3	3,3
16 : 0	48,2	58,3	50,7
16 : 1	4,-	2,6	3,5
18 : 0	13,2	10,5	10,2
18 : 1	34,6	28,6	35,6
18 : 2	Sp	Sp	0,45
20 : 4	6,-	4,8	4,6
20 : 1	1,4	Sp	0,8
20 : 2	Sp	ø	ø
20 : 3	3,6 1)	Sp 1)	Sp 1)
22 : 4	ø	ø	ø
22 : 5	ø	ø	ø 2)
22 : 6	1,1	Sp	3,5

1) = $W_9 + W_6$ 2) = $W_6 + W_3$

L e c i t h i n - F. S.

H i r n

Graue Hirnsubstanz

Nr.	2				
Jahr	1968				
Autor	Svennerholm				
N					
16 : 0	53,-	50,4	51,1	51,8	52,9
16 : 1	2,8	2,4	2,7	2,3	2,9
18 : 0	12,7	13,3	12,5	10,9	11,5
18 : 1	31,5	33,9	33,7	35,0	32,7
18 : 2	0,5	0,8	0,45	0,57	0,58
18 : 3	Sp	0,11	Sp	Sp	0,12
20 : 4	4,1	6,3	5,-	5,1	5,4
23 : 1	0,1	0,11	0,22	0,11	0,12
25 : 1	Sp	0,11	Sp	Sp	0,23
20 : 2	Sp	Sp	0,22	0,11	0,12
20 : 3	0,5	1,-	1,1	1,1	0,7
22 : 4	0,76	0,9	0,55	0,56	0,7
22 : 5	Sp	0,11	Sp	Sp	Sp
22 : 6	0,9	3,-	3,-	3,-	4,3

L e c i t h i n - F. S.

H i r n

Weiße Hirnsubstanz

Nr.	1	2	3			4
Jahr	1963	1963	1965			1965
Autor	Becker u. M.	Bernhard u. M.	O'Brien u. M.			Cumings u. M.
N	6					5
14 : 0			0,9	0,8	1,4	5,4
16 : 0	26,2	33,9	44,9	34,2	36,6	31,4
16 : 1	5,2	2,4	2,6	4,8	1,1	5,8
18 : 0	14,2	10,7	12,7	14,6	14,3	10,8
18 : 1	54,4	53,-	39,8	46,4	48,-	52,-
18 : 2			0,6	0,4	0,43	
18 : 3						
20 : 0						
20 : 4	3,5		2,6	3,6	1,4	2,3
22 : 0						
20 : 1			Sp	1,1	1,2	2,1
23 : 1						
24 : 1						
25 : 1						
20 : 2			Ø 1)	0,7 1)	Ø 1)	
20 : 3			Ø 1)	0,6 1)	Sp 1)	
22 : 4			Ø 2)	Ø 2)	Ø 2)	
22 : 5			Ø 2)	Sp 2)	0,3 2)	
22 : 6			Sp	1,-	0,1	

1) = $W_9 + W_6$ 2) = $W_6 + W_3$

L e c i t h i n - F. S.

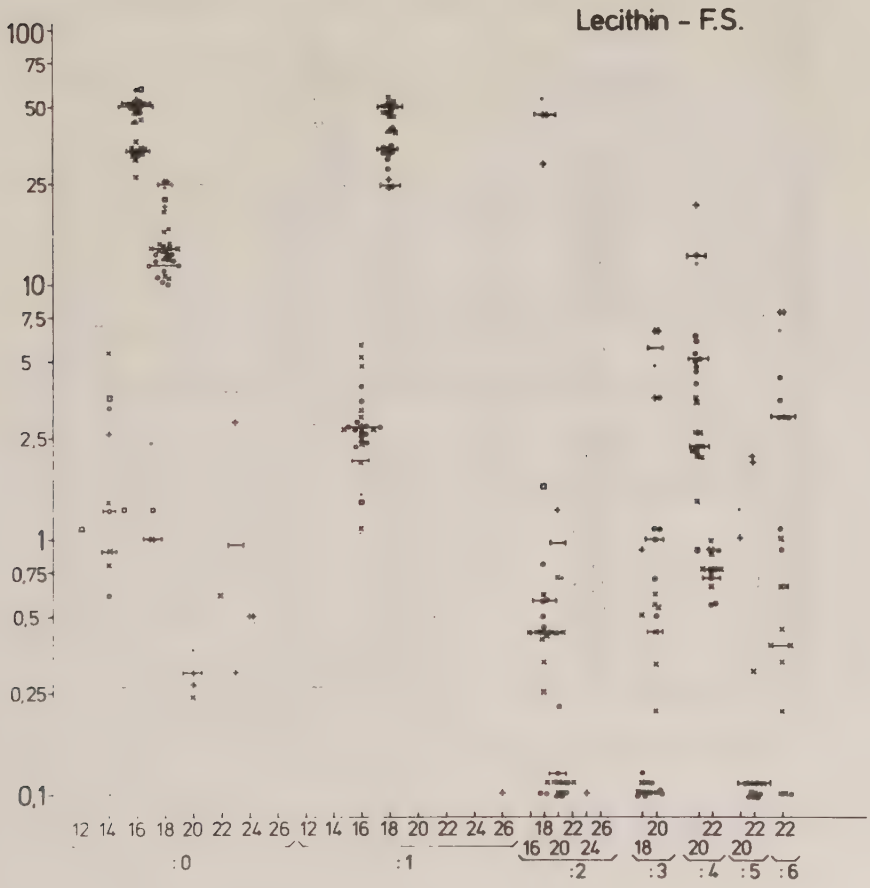
H i r n

Weiße Hirnsubstanz

Nr.	5					6
Jahr	1968					1969
Autor	Svennerholm					Arnetoli u. M.
N						4 - 1
14 : 0						
16 : 0	32, 2	33, 6	32, 7	32, 5	33, 8	34, 3
16 : 1	3, -	2, 0	2, 5	3, 2	2, 7	Ø
18 : 0	16, 1	16, 7	13, 6	13, 9	13, 2	19, 6
18 : 1	48, 7	47, 7	51, 2	50, 4	50, 3	46, 1
18 : 2	0, 42	0, 33	0, 43	0, 43	0, 43	2, 5
18 : 3	Sp	0, 11	0, 11	Sp	Sp	0, 5
20 : 0						0, 24
20 : 4	2, 1	2, 2	2, 1	2, 2	2, 3	2, 6
22 : 0						0, 6
20 : 1						4, 5
23 : 1	0, 11	0, 22	0, 22	0, 11	0, 11	
24 : 1	0, 11	0, 76	0, 22	0, 76	0, 82	
25 : 1	Sp	0, 11	0, 22	0, 11	Sp	
20 : 2	Sp	0, 11	0, 11	0, 11	Sp	
20 : 3	0, 21	0, 55	0, 32	0, 54	0, 43	
22 : 4	0, 74	0, 98	0, 87	0, 76	0, 65	
22 : 5	Sp	0, 11	0, 11	0, 11	0, 11	
22 : 6	0, 21	0, 44	0, 33	0, 65	0, 65	

Lecithin-Fettsäure

Die häufigste Lecithinfettsäure wird im Serum, grauer Substanz und Liquor von der 16 : 0 - Fettsäure gestellt. In der weißen Substanz kommt die 18 : 1 - Fettsäure als häufigste aller Fettsäuren vor. Die Fettsäuremuster der Lecithine sind in den untersuchten Medien sehr ähnlich.



L y s o l e c i t h i n - F. S.

S e r u m

Nr.		
Jahr	1967	1969
Autor	Phillips u. M.	Kuksis u. M.
N	6	
10 : 0		S
14 : 0		Sp
16 : 0	57, 9	48, 8
16 : 1		2, 9
18 : 0	22, 3	32, 4
18 : 1	19, 8	15, 9
18 : 2	30, 9	18, 2
18 : 3	0, 5	
20 : 0	0, 5	
20 : 4	5, 0	
24 : 0	0, 1	
17 : 0	1, 5	0, 6
23 : 0	0, 4	
22 : 1		1, 4
24 : 1	0, 3	
26 : 1	0, 3	
20 : 2	0, 9	
20 : 3	2, 0	
20 : 5	0, 5	
22 : 4	1, 4	
22 : 5	0, 3	
22 : 6	2, 1	
24 : 2	Sp	

Äthanolaminglycerid-F.S.
(EGP-F.S.)

Hirn

Graue Hirnsubstanz

Nr.						
Jahr	1965			1965		
Autor	O'Brien u.M.			O'Brien u.M.		
N						
14 : 0	0,4	0,9	0,4	4,9	4,9	0,43
16 : 0	20,9	15,4	14,3	26,2	21,4	14,5
16 : 1	1,8	1,6	0,9	Sp	4,6	Sp
18 : 0	54,9	64,4	57,9	60,-	57,4	60,7
18 : 1	22,4	18,6	26,9	13,8	16,6	24,8
18 : 2	0,4	1,6	Sp			
20 : 4	37,5	42,6	30,6			
15 : 0				1,4	1,4	Sp
17 : 0				1,8	1,8	1,4
20 : 1	1,6	2,1	3,3			
20 : 2	Sp	Sp	Sp			
20 : 3	3,3 (1)	3,- (1)	1,1 (1)			
22 : 4	1,2	Sp	Sp			
22 : 5	23,4 (2)	22,6 (2)	31,8 (2)			
22 : 6	34,3	51,1	54,-			

1) 20 : 3 W_9 + 20 : 3 W_6

2) 22 : 5 W_6 + 22 : 5 W_3

E G P - F. S.

H i r n

Graue Hirnsubstanz

Nr.					
Jahr	1968				
Autor	Svennerholm				
N					
16 : 0	12, 9	13, -	12, 7	13, 8	15, 1
16 : 1	1, 1	0, 9	0, 9	1, 3	2, 7
18 : 0	64, -	67	63, 2	64, 9	60, 4
18 : 1	22	19, 1	23, 2	20, 0	21, 8
18 : 2	0, 86	1, 1	0, 67	0, 8	0, 67
18 : 3	Sp	0, 22	Sp	Sp	Sp
20 : 4	28, -	29, -	25, -	21, 7	23, -
23 : 1	0, 43	0, 44	0, 9	0, 44	0, 44
24 : 1	1, 1	0, 22	1, 3	0, 9	0, 44
25 : 1	0, 86	1, 1	2, 4	2, 2	2, 2
20 : 2	0, 43	0, 66	1, 1	0, 65	0, 9
20 : 3	2, 3	2, 4	2, 2	2, 8	1, 8
22 : 4	18, -	19, 1	17, -	15, 3	15, -
22 : 5	3, 6	3, 3	2, 7	1, 75	2, -
22 : 6	58, -	63, -	68, -	69, -	75, -

E G P - F. S.

	Serum	Liquor
Nr.		
Jahr	1967	1968
Autor	Phillips u. M.	Sastry u. Stancer
N	6	
10 : 0		L
12 : 0		6, 9
14 : 0		12, -
16 : 0	25, 5	55, 3
16 : 1		2, 2
18 : 0	49, 1	33, 1
18 : 1	25, 4	9, 4
18 : 2	50, 4	
18 : 3	2, 4 + 20:1	
20 : 0	4, 1	4, -
20 : 4	84, 0 + 22:1	
22 : 0		4, 6
24 : 0	0, 9	4, 9
15 : 0		4, 3
17 : 0	1, 7	3, 4
19 : 0		5, 7
21 : 0		2, 7
23 : 0	0, 7	4, 3
24 : 1	Sp	
26 : 1	1, 3 + 24:4	
20 : 2	3, 8 + 21:0	
20 : 3	7, 3(2)	
20 : 5	4, 5 + 22:2	
22 : 4	6, - (3)	
22 : 5	12, 4	
22 : 6	39, 9(2)	

2) = $W_9 + W_6$ 3) = $W_6 + W_3$

E G P - F. S.

H i r n

Weiße Hirnsubstanz

Nr.						
Jahr	1965			1965	1965	
Autor	O'Brien u. M.			O'Brien u. M.	O'Brien u. M.	
N			3			
14 : 0	0,2	1,1	0,8	Sp	0,55	6,2
16 : 0	11,-	8,9	11,3	24,4	34,8	25,1
16 : 1	1,9	1,9	2,4	Sp	1,3	Sp
18 : 0	12,1	24,-	15,1	23,3	23,2	30,8
18 : 1	75,-	65,2	71,2	52,3	40,7	44,-
18 : 2	0,35	1,-	Sp			
20 : 4	15,7	15,8	10,8			
15 : 0				1,5	0,21	1,-
17 : 0				1,4	1,9	2,2
20 : 1	8,2	5,5	13,3			
20 : 2	4,-(1)	3,4(1)	4,-(1)			
20 : 3	4,-	6,1	2,7			
22 : 4	0,7(2)	2,1(2)	Sp			
22 : 5	33,7	33,1	23,9			
22 : 6	5,6	17,9	5,7			

1) = $W_9 + W_6$ 2) = $W_6 + W_3$

E G P - F. S.

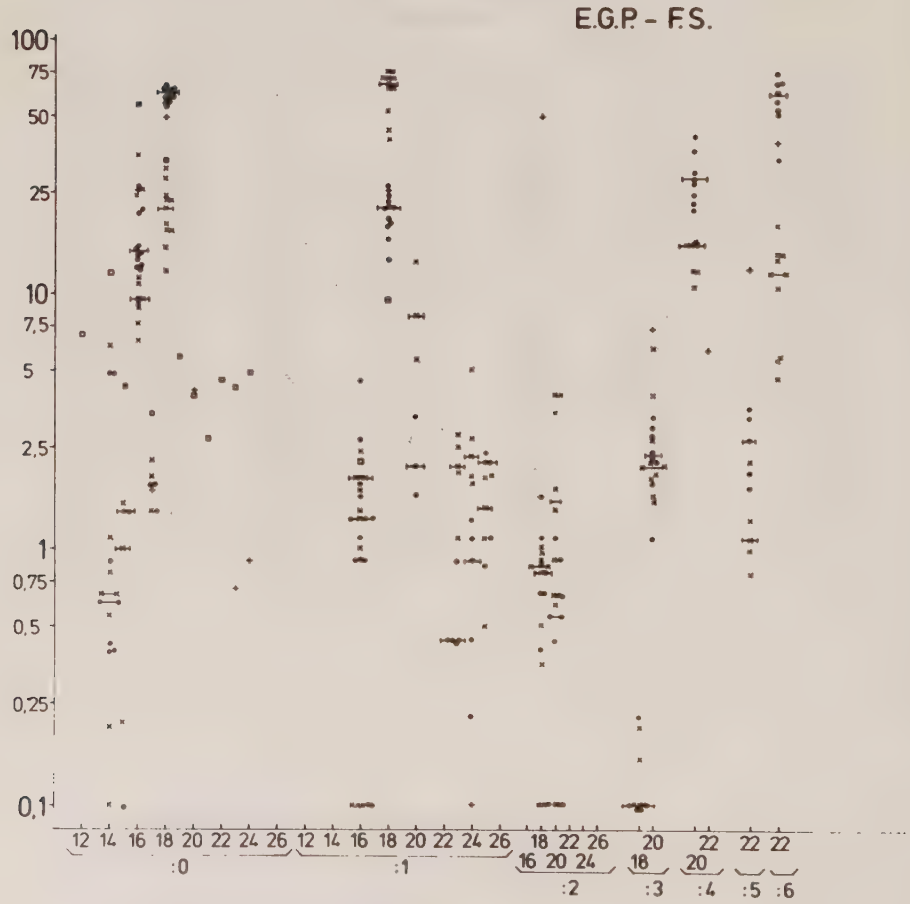
H i r n

Weiße Hirnsubstanz

Nr.					
Jahr			1968		
Autor			Svennerholm		
N					
16 : 0	9,1	9,5	6,5	7,6	9,4
16 : 1	1,9	1,7	1,-	Sp	1,4
18 : 0	17,9	21,4	17,9	28,4	18,6
18 : 1	71,1	67,4	74,6	64,-	70,6
18 : 2	0,9	0,8	0,96	Sp	0,5
18 : 3	Sp	0,15	0,2	Sp	Sp
20 : 4	15,7	12,3	15,9	12,4	16,-
23 : 1	2,8	2,-	2,5	1,1	2,1
24 : 1	5,-	2,3	2,7	1,8	1,91
25 : 1	1,1	0,5	1,9	1,45	1,91
20 : 2	0,9	0,6	1,7	0,65	1,4
20 : 3	2,2	1,6	1,9	1,94	1,57
22 : 4	34,7	20,8	31,6	17,1	22,4
22 : 5	2,2	0,8	1,3	1,1	1,-
22 : 6	10,6	4,7	14,4	13,9	14,5

Äthanolaminglyceridfettsäuren

Im Äthanolaminglycerid der grauen Substanz stellen die 18 : 0-, und die 22 : 6- Fettsäuren etwa gleiche Anteile und gegenüber anderen den größten Anteil der in diesem enthaltenen Fettsäuren. In der weißen Substanz stellt die 18 : 1- Fettsäure den größten Anteil der Äthanolaminglyceridfettsäure. In dem Äthanolaminglycerid des Liquors ist die 16 : 0- Fettsäure die häufigste. Das Verteilungsmuster der Äthanolaminglyceridfettsäuren ohne oder mit nur einer Doppelbindung ist in Hirnsubstanz und Liquor ähnlich.



Seringlycerid - F. S.

(S.G.P. - F.S.)

Hirn

Graue Hirnsubstanz

Nr.					
Jahr	1965			1965	
Autor	O'Brien u.M.			O'Brien u.M.	
N					
14 : 0	0,5	0,5	0,6	Sp	Sp
16 : 0	4,6	3,3	4,7	27,9	18,7
16 : 1	1,4	1,2	0,6	Sp	ø
18 : 0	80,6	82,6	51,1	55,5	53,1
18 : 1	13,4	13,1	43,6	16,6	28,2
18 : 2	Sp	0,7	Sp		
20 : 4	9,4	4,7	3,2		
15 : 0				Sp	Sp
17 : 0				3,6	ø
20 : 1	1,4	1,-	2,-		
20 : 2	2,4 (1)	Sp (1)	Sp (1)		
20 : 3	2,6	0,7	1,4		
22 : 4	Sp (2)	Sp (2)	Sp (2)		
22 : 5	17,4	15,-	16,8		
22 : 6	41,4	42,4	74,-		

1) = $W_9 + W_6$ 2) = $W_6 + W_3$

S. G. P. - F. S.

H i r n

Graue Hirnsubstanz

Nr.					
Jahr	1968				
Autor	Svennerholm				
N					
16 : 0	5,-	5,-	6,2	7,1	6,8
16 : 1	0,6	1,-	0,4	0,6	0,3
18 : 0	70,8	75,6	67,2	71,-	69,4
18 : 1	23,6	18,4	26,2	21,3	24,-
18 : 2	0,14	0,17	0,15	0,15	0,34
18 : 3	0,27	0,17	0,3	0,3	0,34
20 : 4	2,5	3,45	2,7	2,6	3,7
23 : 1	0,7	1,2	0,7	0,3	0,5
24 : 1	0,7	0,7	0,7	1,2	2,9
25 : 1	0,15	0,5	0,7	0,76	1,5
20 : 2	0,28	0,17	0,15	0,15	0,34
20 : 3	1,-	1,38	1,3	1,5	1,2
22 : 4	4,7	8,7	4,5	4,7	5,5
22 : 5	2,4	3,1	1,-	1,4	1,7
22 : 6	25,3	53,-	34,4	37,7	51,-

S. G. P. - F. S

H i r n

Weiße Hirnsubstanz

Nr.					
Jahr	1965		1965		
Autor	O'Brien u. M.		O'Brien u. M.		
N					
14 : 0	2,8	0,5	0,4	0,4	0,4
16 : 0	37,4	34,9	1,7	2,3	2,2
16 : 1	1,2	Sp	0,5	0,6	0,5
18 : 0	22,9	20,7	65,-	54,4	46,1
18 : 1	38,5	44,4	32,8	42,7	51,1
18 : 2			0,4	Sp	0,4
20 : 4			3,-	2,6	2,6
15 : 0	0,9	1,4			
17 : 0	2,8	1,9			
20 : 1			4,2	2,8	6,8
20 : 2			2,4(1)	2,2(1)	1,8(1)
20 : 3			1,6	3,5	0,8
22 : 4			1,8(2)	1,9(2)	Sp
22 : 5			8,1	6,9	7,3(2)
22 : 6			6,-	5,3	7,2

1) = $W_9 + W_6$ 2) = $W_6 + W_3$

S. G. P. - F. S.

H i r n

Weiße Hirnsubstanz

Nr.					
Jahr	1968				
Autor	Svennerholm				
N					
16 : 0	3,9	2,-	2,2	6,8	5,1
16 : 1	0,5	0,7	0,3	0,6	0,5
18 : 0	50,-	53	50,5	46,5	45,6
18 : 1	45,6	44,3	47,-	46,1	48,8
18 : 2	0,34	0,23	0,46	0,45	0,47
18 : 3	0,11	0,46	0,11	0,11	0,12
20 : 4	1,8	1,6	1,4	1,2	2,1
23 : 1	1,3	1,5	1,3	0,9	1,2
24 : 1	2,-	2,8	1,-	1,3	1,7
25 : 1	0,23	0,22	0,22	0,22	0,35
20 : 2	0,5	0,35	0,46	0,33	0,35
20 : 3	0,5	0,7	0,46	0,44	0,6
22 : 4	2,4	2,3	1,8	1,3	2,2
22 : 5	0,5	0,11	0,11	0,11	0,23
22 : 6	1,5	1,-	1,5	1,44	2,2

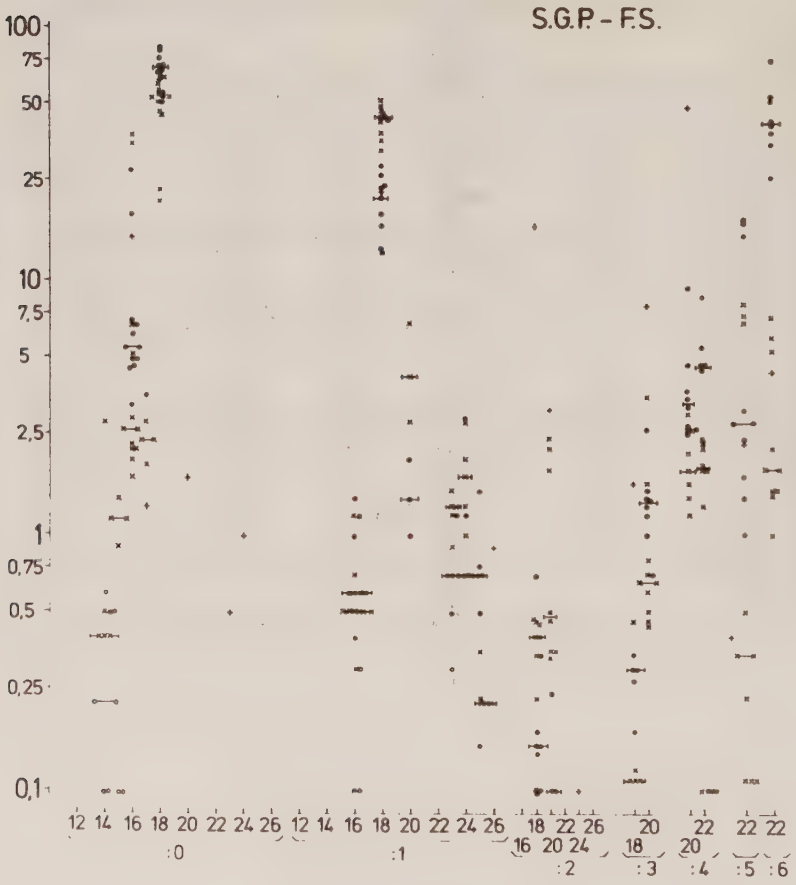
S. G. P. - F. S.

S e r u m

Nr.	
Jahr	1967
Autor	Phillips u. M.
N	6
16 : 0	15, 0
18 : 0	62, 7
18 : 1	22, 3
18 : 2	16, 5
18 : 3	1, 6
20 : 0	1, 7
20 : 4	48, 3
24 : 0	1, 0
17 : 0	1, 3
21 : 0	
23 : 0	0, 5
20 : 1	
22 : 1	
26 : 1	0, 9
20 : 2	3, 1
20 : 3	8, 0
20 : 5	0, 4
22 : 4	2, 3 + 24:1
22 : 5	2, 3
22 : 6	4, 4
24 : 2	Sp

Seringlyceridfettsäuren

Die häufigste Fettsäure der Seringlyceride ist in grauer, weißer Substanz und im Serum die 18 : 0- Fettsäure. Das Fettsäuremuster der Seringlyceride ist in der Hirnsubstanz und im Serum ähnlich. Lediglich die 18 : 2-, 18 : 3-, 20 : 3- und 20 : 4- Fettsäuren



Inositol-Phosphatid - F. S.

(J. P. G. - F. S.)

Hirn

Graue Hirnsubstanz

Nr.					
Jahr	1968				
Autor	Svennerholm				
N					
16 : 0	23,6	22,1	14,7	22,9	14,6
16 : 1	1,5	2,8	0,3	1,6	0,5
18 : 0	56,-	55,-	63,9	59,5	68,5
18 : 1	18,9	20,1	21,1	16,-	16,4
18 : 2	0,6	0,94	1,-	1,-	1,4
18 : 3	0,3	0,16	0,5	0,16	0,5
20 : 4	33,4	44,5	46,5	43,-	60,-
23 : 1	0,15	0,16	0,5	0,16	0,18
24 : 1	0,6	Sp	0,16	0,32	0,18
25 : 1	Sp	Sp	0,32	0,5	0,7
20 : 2	0,6	0,6	1,-	1,-	1,4
20 : 3	1,3	2,2	2,1	3,0	2,5
22 : 4	2,1	2,4	2,6	1,8	3,1
22 : 5	0,3	Sp	0,16	0,16	1,1
22 : 6	8,-	6,3	7,8	8,5	9,5

J. P. G. - F. S.

H i r n

Weiße Hirnsubstanz

Nr.					
Jahr	1968				
Autor	Svennerholm				
N					
16 : 0	23,-	22,8	13,5	16,8	16
16 : 1	2,2	3,-	1,4	2,1	1,7
18 : 0	49,1	46,4	49,8	49,5	51,9
18 : 1	25,7	27,8	35,3	31,6	30,4
18 : 2	0,7	0,7	0,4	0,7	0,6
18 : 3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,6
20 : 4	24,9	24,8	26,8	26,4	34,-
23 : 1	0,8	1,7	0,7	1,-	1,1
24 : 1	0,7	1,7	0,4	0,7	1,4
25 : 1	0,28	Sp	Sp	0,3	0,5
20 : 2	1,1	2,3	1,6	2,3	2,7
20 : 3	3,-	5,-	3,6	5,7	5,-
22 : 4	3,4	3,4	3,3	4,-	4,1
22 : 5	1,-	Sp	Sp	0,15	0,5
22 : 6	2,7	1,6	2,2	5,-	6,1

Sphingomyelin - F. S.

Hirn

Graue Hirnsubstanz

Nr.				
Jahr		1965		1965
Autor		O'Brien u. M.		Stallberg
N				
14 : 0	0,8	1,6	1,4	
16 : 0	13,5	10,4	9,5	3,6
18 : 0	83,5	87,2	86,8	96,4
18 : 1	3,-	2,4	3,7	
20 : 0	0,8	1,3	3,8	1,8
22 : 0	0,54	0,55	1,5	
24 : 0	1,2	1,7	2,7	3,7
26 : 0	Sp	Sp	Sp	
23 : 0	0,76	Sp	2,1	1,4
25 : 0	Sp	Sp	0,56	0,5
22 : 1	Sp	∅	0,14	
23 : 1	0,33	Sp	0,7	0,8
24 : 1	2,3	3,2	17,-	20,-
25 : 1	Sp	0,9	3,5	6,-
26 : 1	Sp	Sp	3,4	4,3

Sphingomyelin - F. S.

Hirn

Weiße Hirnsubstanz

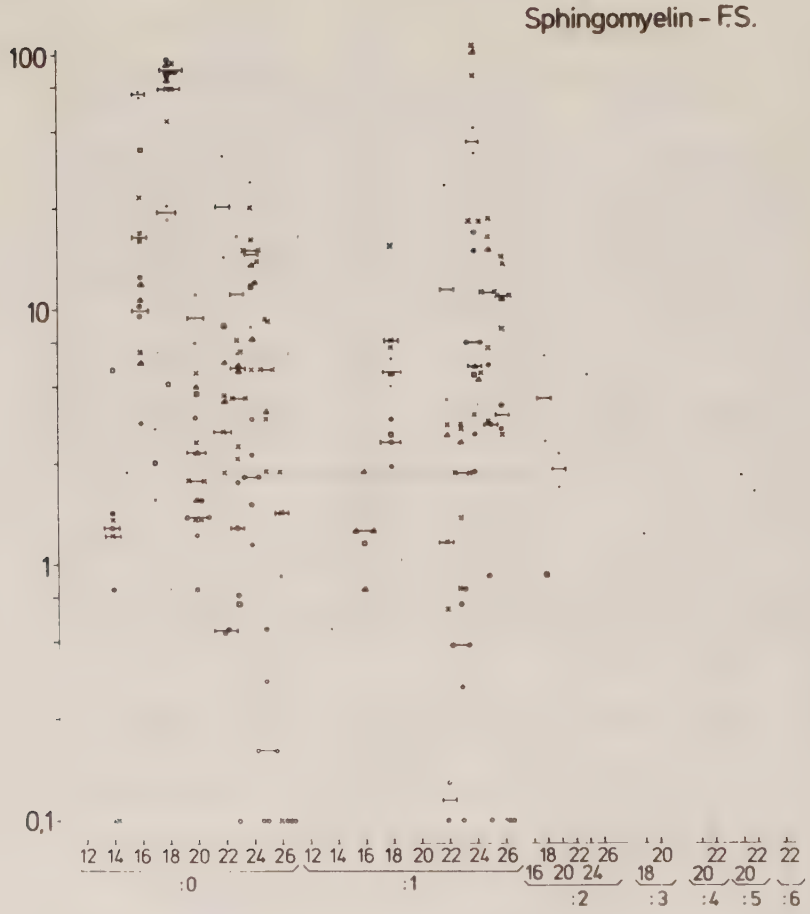
Nr.				
Jahr	1965			1965
Autor	O'Brien u. M.			Stallberg
N				
14 : 0	1,5	1,3	Sp	
16 : 0	18,6	19,8	27,7	6,8
18 : 0	73,9	73,1	54,6	93,2
18 : 1	7,5	7,1	3,-	
20 : 0	1,5	1,5	3,-	5,6
22 : 0	3,3	2,3	4,6	
24 : 0	15,1	5,8	18,7	25,-
26 : 0	2,3	1,6	Sp	
23 : 0	2,9	2,6	7,6	6,8
25 : 0	3,7	2,3	9,2	9,-
22 : 1	1,2	0,66	3,5	
23 : 1	1,5	0,8	3,5	3,4
24 : 1	56,-	38,1	82,-	106
25 : 1	7,-	3,6	22,5	19,-
26 : 1	8,3	3,2	15,-	18,-

Sphingomyelin - F. S.

	Serum		Liquor	Hirn		
Nr.						
Jahr	1969	1967	1968		1965	
Autor	Kuksis u. M.	Phillips u. M.	Sastry-Stancer	Stallberg u. M.	Rouser u. M.	
N		6			2	
10 : 0	S		L			
12 : 0			2,5			
14 : 0	Sp		5,8		ø	ø
16 : 0	68,2	72,4	44,5	6,2	11,-	12,7
16 : 1	-		1,2		2,3	0,8
18 : 0	25,4	22,7	51,1	93,8	81,-	86,5
18 : 1	6,4	5,0	3,2		5,6	ø
18 : 2	6,5	3,0	0,9		ø	ø
18 : 3		1,3				
20 : 0	7,4	11,3	4,7	5,-	1,8	2,75
20 : 4		s. 22:1				
22 : 0	16,-	40,1	8,7		6,2	4,4
24 : 0	8,5	31,8	12,2	15,-	7,7	12,6
26 : 0		0,9				
15 : 0			2,3			
17 : 0	3,4	1,8	2,5			
21 : 0						
23 : 0	6,7	19,3	0,7	6,-	ø	5,8
25 : 0				4		
20 : 1						
22 : 1	30,5	4,4			3,2	ø
23 : 1				3		
24 : 1	40,5	50,6	5,5	10,1	53,-	59,7
25 : 1				17,-		
26 : 1		Sp		11,-		
20 : 2	2,7	2,0				
20 : 3	0,7	Sp				
20 : 5		2,2				
22 : 5		1,9				
24 : 2		5,5				

Sphingomyelin-Fettsäuren

In dem weißer und grauer Substanz entstammenden Sphingomyelin ist die 18 : 0-Fettsäure die häufigste Fettsäure. Im Sphingomyelin des Serums und des Liquors nimmt die 16 : 0- Fettsäure die entsprechende Stellung ein.



Cerebrosid - HO - F. S.

Hirn

Graue Hirnsubstanz

Nr.				
Jahr		1965		1966
Autor		O' Brien u. M.		Menkes u. M.
N				
14 : 0	74,2	60,-	1,8	
16 : 0	220,-	21,4	0,7	11,-
18 : 0	11,-	8,6	3,7	1,4
18 : 1	10,5	Sp	0,7	
20 : 0	5,5	4,3	2,2	
22 : 0	9,9	20,6	31,-	15,-
24 : 0	100,-	100,-	100,-	100,-
26 : 0	Sp	7,7	Sp	5,4
23 : 0	11,-	43,2	56,-	43,-
25 : 0	5,5	17,6	18,7	28,-
24 : 1	62,-	95,5	96,8	68,-
25 : 1	9,7	17,1	24,9	11,6
26 : 1	11,5	17,5	22,-	15,7

C e r e b r o s i d - HO - F. S.

24 : 0 = 100 %

H i r n

Graue Hirnsubstanz

Nr.

Jahr 1968

Autor Svennerholm u. M.

N

16 : 0	0,3	1,-	0,5	1,2
18 : 0	< 2,7	< 3,4	< 3,1	< 2,5
20 : 0	1,1	1,4	1,2	1,-
22 : 0	23,-	25,5	25,3	20,4
24 : 0	100,-	100,-	100,-	100,-
26 : 0	3,5	5,4	4,3	4,9
	Temp.	Front.	Pariet.	Front.
19 : 0	< 2,7	< 3,4	< 3,1	< 2,5
23 : 0	43,1	52,2	52,9	48,-
25 : 0	18,2	24,1	18,7	23,8
24 : 1	57,5	79,-	70,5	26,3
25 : 1	10,-	20,7	16,7	9,3
26 : 1	10,-	23,1	15,7	9,3
20 : 3	81,3	127,-	105,-	46,5

Cerebrosid - OH - F. S.

24 : 0 = 100 %

	Hirn		Weiße Hirnsubstanz			
Nr.			1			2
Jahr	1968		1965			1965
Autor	Svennerholm u. M.		O' Brien u. M.			Menkes u. M.
N						
14 : 0			2,2	4,6	1,8	0
16 : 0	0,6	0,45	2,8	2,5	2,9	2,06
16 : 1						Sp
18 : 0	< 3	< 2	13,-	1,5	1,8	2,9
18 : 1			1,7	0,75	0,9	
20 : 0	1,2	1,1	1,3	0,76	2,35	0,6
22 : 0	23,4	26,3	18,4	10,-	32,3	41,-
24 : 0	100,-	100,-	100,-	100,-	100,-	100,-
26 : 0	4,1	2,5	6,3	4,-	7,9	48
	Front.	Front. + Temp.				
19 : 0	< 3	< 2				
21 : 0						0
23 : 0	43,5	49,5	32,3	37,7	38,-	55,8
25 : 0	15,1	14,8	10,-	15,6	11,7	4,1
24 : 1	75,-	21,3	49,3	52,-	70,5	55,9
25 : 1	14,7	4,5	11,3	9,1	8,8	9,4
26 : 1	16,3	3,4	15,3	12,9	12,-	
20 : 3	106,5	31,6				
				Hydroxy-Säuren		

C e r e b r o s i d - OH - F. S.

24 : 0 = 100 %

H i r n

Weiße Hirnsubstanz

Nr.	3	4			
Jahr	1966	1968			
Autor	Menkes u. M.	Svennerholm u. M.			
N					
16 : 0	1,6	2,4	1,9	2,6	1,5
18 : 0	1,1	< 2,4	< 2,7	< 2,6	< 2,5
20 : 0		0,96	0,82	0,53	0,5
22 : 0	14,8	18,8	18,7	19,-	16,2
24 : 0	100,-	100,-	100,-	100,-	100,-
26 : 0	5,-	2,65	7,2	2,9	2,75
		Temp.	Front.	Pariet.	Front.
19 : 0		< 2,4	< 2,7	< 2,6	< 2,5
23 : 0	40,1	39,3	42,3	46,7	43,5
25 : 0	18,7	16,6	19,8	17,9	16,2
24 : 1	55,-	41,2	46,2	51,1	44,8
25 : 1	12,-	9,6	12,4	10,5	10,7
26 : 1	11,5	8,4	12,9	10,8	12,-
20 : 3		49,7	75,1	74,-	69,3

Cerebrosid - F. S.

Hirn

Graue Hirnsubstanz

Nr.	1			2	3		
Jahr	1965			1966	1968		
Autor	O' Brien u. M.			Menkes u. M.	Cherayil		
N							
14 : 0	3,4	5,5	5,3		Sp	Sp	Sp
16 : 0	37,3	35,4	39,8	16,7	14,3	2,8	5,5
16 : 1							1,6
18 : 0	40,2	39,8	45,1	81,4	73,8	92,2	73,4
18 : 1	22,5	24,8	15,1	1,9	11,9	5,0	19,5
20 : 0	0,11	Sp	3,3	9,28	11,9	8,9	8,6
22 : 0	0,56	Sp	5,3	14,8	33,3	19,0	23,4
24 : 0	2,3	2,44	41,8	74,-	119,0	69,8	68,8
26 : 0	Sp	Sp	1,6	20,4	Sp	2,2	8,6
15 : 0					Sp	Sp	Sp
17 : 0					Sp	Sp	
19 : 0						1,1	2,3
21 : 0					Sp	1,7	Sp
23 : 0	0,23	Sp	11,-	18,5	42,9	27,9	23,4
25 : 0	Sp	Sp	10,2	50,-	35,7	19,6	25,8
20 : 1					Sp		Sp
22 : 1	Sp	Sp	0,8		Sp	2,8	3,9
23 : 1	Sp	Sp	3,7		4,8	3,9	7,0
24 : 1	4,7	5,1	155,-	185,-	573,8	226,3	350,5
25 : 1	Sp	0,46	36,-	42,6	157,1	51,4	104,7
26 : 1	Sp	Sp	28,-	16,7	110,7	24,6	54,7

Cerebrosid - F. S.

	Graue Hirnsubstanz					Hirn	
Nr.	4	5					
Jahr	1968	1968				1968	1968
Autor	Cumings u. M.	Svennerholm u. M.				Svennerholm	Svennerholm u. M.
N	3						
16 : 0	28,5	5,5	7,4	13,3	10,9	13,6	3,9
16 : 1	2,6						
18 : 0	44,7	94,5	92,6	78,2	85,-	86,4	96,1
18 : 1	24,2	Sp	Sp	8,5	4,1	Sp	Sp
20 : 0		12,2	16,2	9,4	13,5	16,-	9,-
22 : 0	5,7	30,-	39,7	22,-	30,3	47,5	32,5
24 : 0	15,1	167,-	212,-	100,-	128,-	242,-	178,-
26 : 0		13,3	30,9	5,5	11,-	17,-	9,-
		Temp. - Lappen	Front. - Lappen	Pariet. - Lappen	Front. - Lappen	Front. + Temp. - Lappen	Front. - Lappen
23 : 0	5,1	47,7	63,2	29,7	40,4	77,-	53,3
25 : 0	12,0	54,4	76,6	25,-	48,-	73,8	45,5
22 : 1	2,0	0,7	8,8	3,1	4,2	2,5	10,4
23 : 1	2,0						
24 : 1	86,0	407,-	561,-	316,-	288,-	158,-	568,-
25 : 1	37,3	127,5	175,-	91,5	90,-	41,5	139,-
26 : 1	20,2	121,-	162,-	64,9	74,9	34,-	12,5
20 : 3		668,-	920,-	492,-	468,-	240,-	862,-

Cerebrosid - F. S.

Hirn

Weiße Hirnsubstanz

Nr.	1			2	3
Jahr	1965			1965	1966
Autor	O' Brien u.M.			Menkes u. M.	Menkes u. M.
N				3	
14 : 0	1,4	4,1	4,8	0	
16 : 0	21,2	42,6	20,2	25,7	17,4
16 : 1				0	
18 : 0	49,2	40,5	73,-	74,3	73,9
18 : 1	29,6	16,9	6,8	Sp	8,7
20 : 0	3,4	2,-	9,6	19,8	4,35
22 : 0	3,7	9,2	29,8	6,-	21,7
24 : 0	35,4	58,-	145,-	43,6	143,-
26 : 0	3,4	5,-	12,5	0	13,-
21 : 0				0	
23 : 0	8,8	15,9	40,4	8,-	39,1
25 : 0	7,4	18,-	48,-	5,-	56,5
22 : 1	0,6	2,-	2,9		
23 : 1	1,7	4,-	10,6		
24 : 1	84,-	205,-	423,-	287,- [1)]	435
25 : 1	13,3	36,-	41,2	22,8 [1)]	91,-
26 : 1	19,2	38,-	77,-	14,8	61,-

1) "Normale" F.S.

Cerebrosid - F. S.

Hirn

Weiße Hirnsubstanz

Nr.	4	5			
Jahr	1968	1968			
Autor	Cumings u. M.	Svennerholm u. M.			
N	3				
16 : 0	25,3	8,3	4,3	8,1	6,7
16 : 1	2,0				
18 : 0	56,1	91,7	95,7	85,8	86,6
18 : 1	16,6	Sp	Sp	6,1	6,7
20 : 0		16,7	10,8	8,1	10,6
22 : 0	12,6	44,5	28,-	23,4	32,-
24 : 0	50,5	232,-	163,-	123,-	167,-
26 : 0		20,8	22,6	9,-	12,-
		Temp.	Front.	Parietal	Front.
23 : 0	16,2	71,-	43,7	37,8	52,-
25 : 0	14,6	90,-	62,3	36,-	58,7
22 : 1	3,0	8,3	6,4	3,6	8,-
23 : 1	5,6				
24 : 1	224,2	464,-	406,-	395,-	593,-
25 : 1	44,9	158,-	107,-	89,2	169,-
26 : 1	29,8	155,-	92,4	60,3	118,2
20 : 3		800,-	632,-	563,-	902,-

1) je 3 analysierte Gehirne

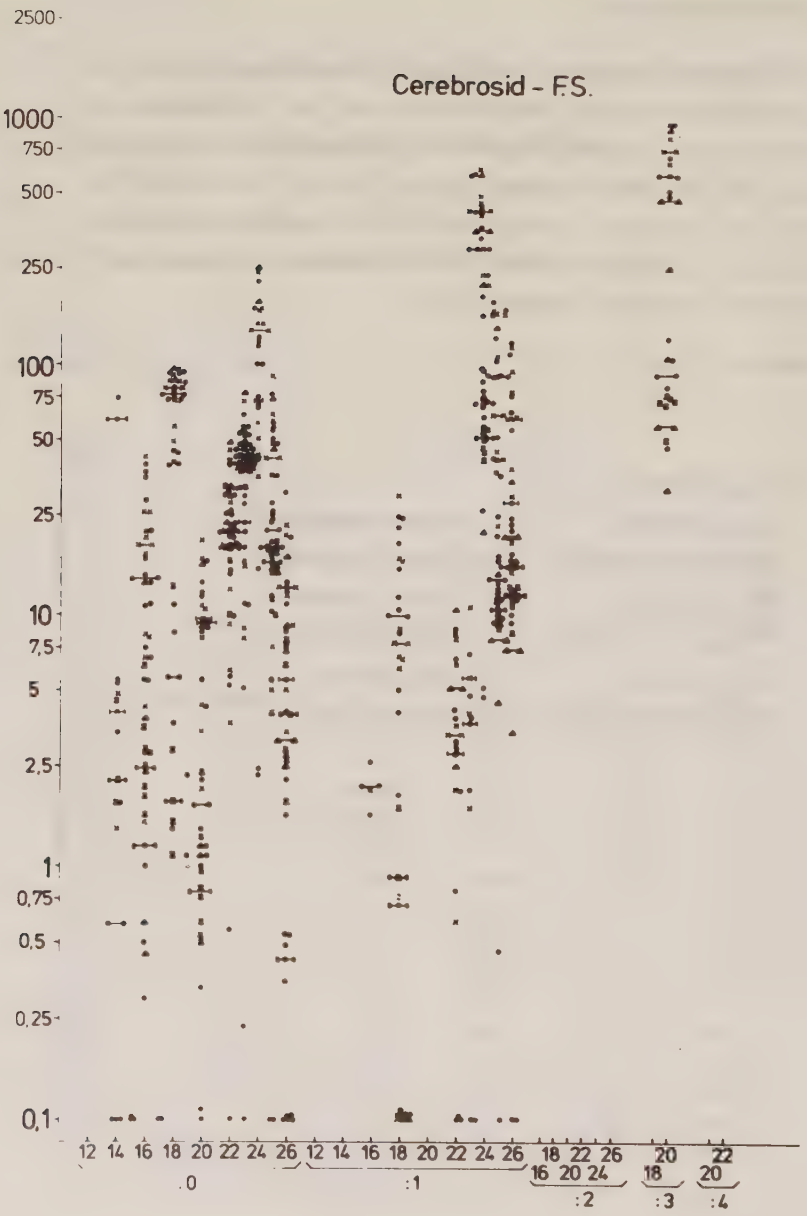
Cerebrosidfettsäuren

Die häufigste Fettsäure sowohl ohne Hydroxygruppe als auch mit einer Hydroxygruppe der Cerebroside ist die 20 : 3-Fettsäure. Bestimmungen der Cerebrosidfettsäuren des Liquors oder des Serums liegen nicht vor. Die Prozentanteile der 16 : 0-, 18 : 0-, 20 : 0- und 20 : 3-Fettsäuren und Hydroxyfettsäuren verhalten sich nahezu wie 10 zu 1. Lediglich bei der 14 : 0-Fettsäure der grauen Substanz kehrt sich dieses Verhältnis um.

Graphik s. S. 164

Zeichenerklärung:

○	Fettsäuren	in Grauer Substanz
●	Hydroxyfettsäuren	in Grauer Substanz
╳	Fettsäuren	in Weißer Substanz
◙	Hydroxyfettsäuren	in Weißer Substanz
△	Fettsäuren	im Gesamthirn
▲	Hydroxyfettsäuren	im Gesamthirn (G.S. + W.S.)


Cerebrosid - F.S.
2500
1000
750
500
250
100
75
50
25
10
7,5
5
2,5
1
0,75
0,5
0,25
0,1
12 14 16 18 20 22 24 26 12 14 16 18 20 22 24 26 18 22 26 20 22
16 20 24 18 20
:0
:1
:2
:3
:4

Sulfatid - F. S.

Hirn

Nr.		
Jahr	1968	
Autor	Svennerholm u. M.	
N		
16 : 0	23,8	14,8
18 : 0	62,-	77,8
18 : 1	14,2	7,4
20 : 0	14,3	11,-
22 : 0	81,-	78,-
24 : 0	634,-	715,-
26 : 0	57,-	89,-
	Frontal	Front. + Temp.
23 : 0	138,-	152,-
25 : 0	214,-	244,-
22 : 1	19,-	18,5
24 : 1	2180	1785
25 : 1	595	382,-
26 : 1	623,-	418,-
20 : 3	3470,-	2280

Sulfatid - F. S.

Hirn

Graue Hirnsubstanz

Nr.					
Jahr	1965			1968	
Autor	O'Brien u. M.			Cherayil	
N					
14 : 0	3,7	5,5	8,3	3,0	Sp
16 : 0	59,7	58,7	40,-	24,4	16,1
16 : 1				3,0	3,6
18 : 0	17,3	23,8	43,3	39,3	60,7
18 : 1	23,-	17,5	16,7	33,3	19,6
18 : 2				4,8	Sp
20 : 0	0,9	0,9	18,3	3,0	8,9
22 : 0	2,4	2,4	26,7	11,9	30,4
24 : 0	8,-	18,9	295,-	50,0	185,7
26 : 0	Sp	Sp	1,67	3,0	14,3
15 : 0				Sp	
17 : 0				Sp	
19 : 0				Sp	Sp
21 : 0				1,8	
23 : 0	1,8	2,2	53,2	15,5	50,0
25 : 0	3,3	2,4	97,-	17,3	69,6
20 : 1				2,4	
22 : 1	Sp	0,9	3,3	2,4	8,9
23 : 1	1,8	Sp	11,7	4,8	16,1
24 : 1	15,2	31,-	628,-	246,4	866,1
25 : 1	4,5	9,5	218,-	83,3	267,9
26 : 1	3,1	5,1	182,-	44,6	171,4

Sulfatid - F. S.

Hirn

Graue Hirnsubstanz

Nr.					
Jahr	1968		1968		
Autor	Cumings u. M.		Svennerholm u. M.		
N					
16 : 0	38,0	29,2	14,6	19,7	Sp
16 : 1	5,7				
18 : 0	34,4	60,4	73,1	72,8	69,8
18 : 1	21,9	10,4	12,3	7,5	30,2
20 : 0		12,5	7,3	12,1	15,2
22 : 0	15,1	34,4	36,6	33,3	51,5
24 : 0	52,1	226,-	390,-	204,-	354
26 : 0		25,-	53,8	25,8	57,6
		Front.+ Temp.	Temp.	Pariet.	Front.
23 : 0	14,6	57,-	75,6	60,7	94,-
25 : 0	19,8	88,6	146,-	86,3	169,8
22 : 1	3,1	3,1	7,3	4,5	18,2
23 : 1	3,6				
24 : 1	207,3	296,-	1056,-	607,-	1240,-
25 : 1	64,6	97,9	258,-	203,-	452,-
26 : 1	37,5	83,4	283,-	156,-	442,-
20 : 3		498,-	1655,-	990,-	2210

Sulfatid - F. S.

Hirn

Weiße Hirnsubstanz

Nr.	1			2
Jahr	1965			1968
Autor	O' Brien u. M.			Cumings u. M.
N				
14 : 0	6,6	4,7	2,4	
16 : 0	37,4	37,7	54,7	25,9
16 : 1				3,4
18 : 0	47,3	48,1	35,9	51,7
18 : 1	15,3	14,2	9,4	19,0
20 : 0	7,7	3,8	9,4	
22 : 0	25,3	19,-	8,2	32,8
24 : 0	210,-	152,-	91,8	210,3
26 : 0	38,5	17,-	7,05	
23 : 0	44,-	31,-	13,5	56,9
25 : 0	78,-	47,-	32,3	131,0
22 : 1	6,6	2,8	1,2	6,9
23 : 1	9,9	5,7	2,9	17,2
24 : 1	333,-	365,-	213,-	855,2
25 : 1	84,5	85,-	65,9	200,0
26 : 1	139,8	92,5	35,3	162,1

Sulfatid - F. S.

Hirn

Weiße Hirnsubstanz

Nr.	3				
Jahr	1968				
Autor	Svennerholm u. M.				
N					
14 : 0					
16 : 0	22,5	20,4	10,5	17,6	14,3
18 : 0	62,3	63,3	79,-	64,8	81,-
18 : 1	15,2	16,3	10,5	17,6	4,7
20 : 0	10,-	6,1	10,5	6,8	14,3
22 : 0	52,5	35,7	52,6	20,3	66,8
24 : 0	477,-	346,-	489,-	119,-	668,-
26 : 0	32,5	20,4	60,5	12,2	76,-
	Front. + Temp.	Temp.	Front.	Pariet.	Front.
23 : 0	149,-	63,2	105,-	35,-	171,-
25 : 0	145,-	98,-	184,-	44,7	257,-
22 : 1	10,-	6,1	10,5	5,4	19,-
24 : 1	988,-	922,-	1018,-	707,-	2100
25 : 1	270,-	220,-	250,-	154,-	648,-
26 : 1	258,-	207,-	313,-	117,8	580,-
20 : 3	1564	1380	1630	1018	3380

Sulfatid - OH - F. S.

24 : 0 = 100 %

Hirn

Nr.		
Jahr	1968	
Autor	Svennerholm u. M.	
N		
16 : 0	0,8	0,76
18 : 0		
18 : 1		
20 : 0	0,8	0,76
22 : 0	12,6	13,4
24 : 0	100,-	100,-
26 : 0	5,3	2,5
	Temp.	Temp. + Front.
19 : 0	< 2,7	< 2,5
23 : 0	33,4	38,4
25 : 0	21,-	16,9
22 : 1	< 2,7	< 2,5
24 : 1	51,6	54,2
25 : 1	14,9	9,3
26 : 1	24,-	13,1
20 : 3	92,7	78,5

Sulfatid - OH - F. S.

24 : 0 = 100 %

Hirn

Graue Hirnsubstanz

Nr.						
Jahr	1965			1968		
Autor	O'Brien u. M.			Svennerholm u. M.		
N						
14 : 0	68,5	128,5	7,4			
16 : 0	97,-	125,-	44,4	4,2	1,1	0,9
18 : 0	18,3	14,-	17,6	< 2,5	< 2,7	< 2,9
18 : 1	10,9	Sp	7,4			
20 : 0	23,4	29,6	15,3	1,5	1,1	0,9
22 : 0	95,-	96,3	75,4	18,8	16,4	13,8
24 : 0	100,-	100,-	100,-	100,-	100,-	100,-
26 : 0	Sp	Sp	Sp	3,5	6,7	6,9
				Temp.	Pariet.	Front.
19 : 0				< 2,5	< 2,7	< 2,9
23 : 0	53,1	68,2	69,3	37,2	43,6	38,8
25 : 0	Sp	19,3	5,1	17,1	16,7	17,3
22 : 1				< 2,5	< 2,7	< 2,9
24 : 1	68,5	93,3	74,-	43,-	43,1	56,-
25 : 1	9,7	27,5	7,4	7,7	13,5	18,4
26 : 1	Sp	Sp	0,5	10,2	15,3	22,1
20 : 3				64,3	73,-	98,2

Sulfatid - OH - F. S.
24 : 0 = 100 %

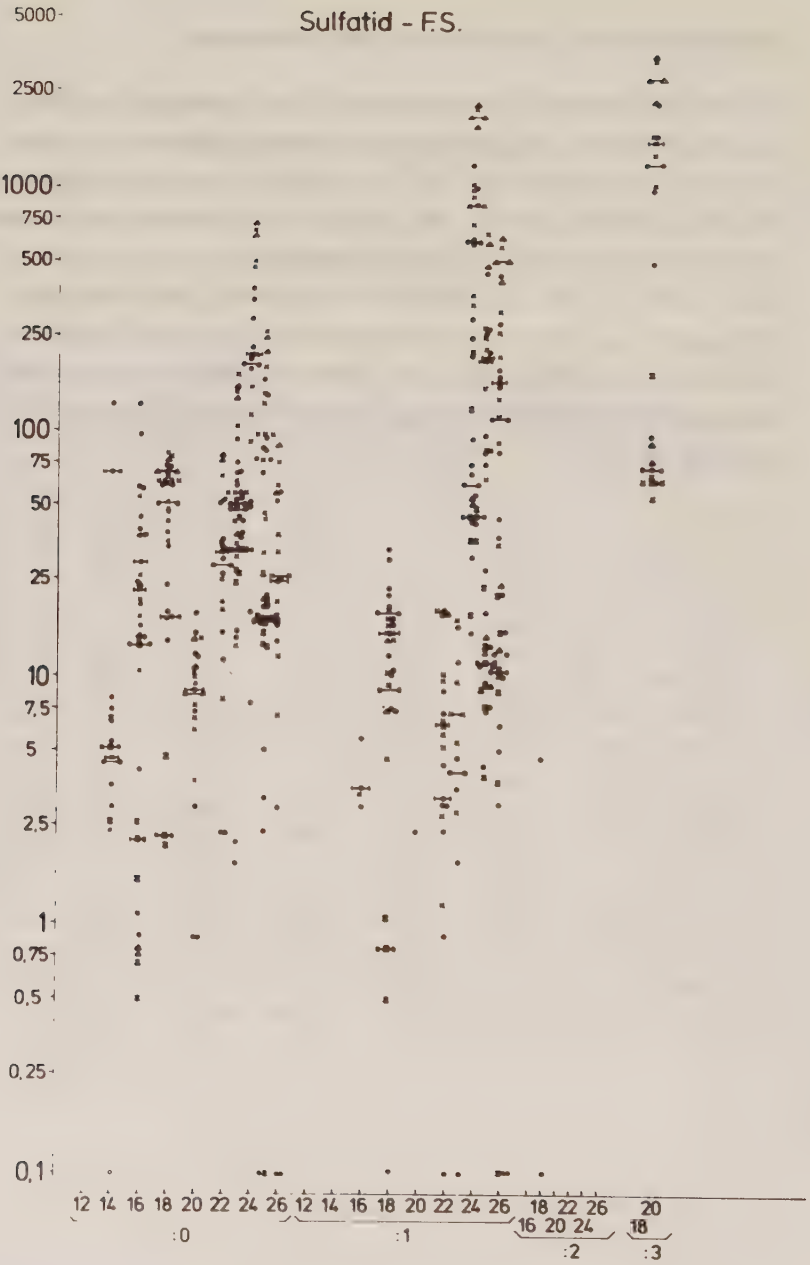
Hirn

Weiße Hirnsubstanz

Nr.							
Jahr	1965			1968			
Autor	O'Brien u. M.			Svennerholm u. M.			
N							
14 : 0	6,8	2,6	5,2				
16 : 0	2,6	23,7	13,6	0,7	1,5	2,2	0,5
18 : 0	2,3	2,1	4,8	< 2,5	< 2,1	< 3,7	< 2,4
18 : 1	0,8	0,5	1,08				
20 : 0	3,9	4,2	3,5	0,5	1,06	0,7	0,7
22 : 0	21,9	22,9	18,5	11,6	8,3	18,-	9,9
24 : 0	100,-	100,-	100,-	100,-	100,-	100,-	100,-
26 : 0	5,-	2,1	Sp	7,2	3,6	7,-	4,5
				Temp.	Front.	Pariet.	Front.
19 : 0				< 2,5	< 2,1	< 3,7	< 2,4
23 : 0	34,-	27,1	24,6	33,2	27,-	44,5	33,8
25 : 0	13,8	15,3	Sp	26,7	13,6	21,5	20,3
22 : 1				< 2,5	< 2,1	< 3,7	< 2,4
24 : 1	46,2	36,8	18,2	50,-	46,6	126,-	36,2
25 : 1	7,8	13,7	11,7	9,2	4,-	23,8	13,-
26 : 1	10,4	11,-	Sp	8,9	3,8	21,9	15,3
20 : 3				68,-	55,7	177,-	66,6

Sulfatid-Fettsäuren und Sulfatid-hydroxy-Fettsäuren

Die Sulfatid-Fettsäuren wurden bisher nur aus Sulfatiden der Hirnsubstanz bestimmt. Die häufigste der Sulfatid-Fettsäuren in grauer und weißer Substanz ist die 20 : 3 - Fettsäure, was für die Hydroxy-Fettsäure ebenfalls zutrifft. Das Muster der Fettsäuren und Hydroxy-Fettsäuren der Sulfatide ist teilweise ähnlich, weist bei den 16 : 0 -, 24 : 1 -, 25 : 1 -, 26 : 1 - und 20 : 3 - Fettsäuren jedoch deutliche Differenzen auf. Bei diesen Fettsäuren ist der Anteil der OH-Fettsäuren nur etwa ein Zehntel der der entsprechenden normalen Fettsäuren ohne eine Hydroxy-Gruppe. Dieses Verhältnis kehrt sich lediglich bei der 14 : 0 - Fettsäure um.


Sulfatid - F.S.
5000
2500
1000
750
500
250
100
75
50
25
10
7,5
5
2,5
1
0,75
0,5
0,25
0,1
12 14 16 18 20 22 24 26 12 14 16 18 20 22 24 26 18 22 26 20
16 20 24 18
:0
:1
:2
:3

Ganglioside - F. S.

Hirn

Graue Hirnsubstanz

Nr.			
Jahr		1968	
Autor		Cherayil	
N			
14 : 0	Sp	Sp	Sp
16 : 0	2,7	0,5	5,1
16 : 1			1,0
18 : 0	94,9	99,5	80,8
18 : 1	2,4	Sp	13,0
18 : 2			1,0
20 : 0	12,9	10,4	8,1
22 : 0	1,4	1,4	0,5
24 : 0	0,4		0,8
15 : 0	Sp	Sp	Sp
17 : 0	Sp		Sp
19 : 0	1,0	0,7	Sp
21 : 0			Sp
23 : 0	0,5	0,8	0,2
25 : 0			0,2
20 : 1	Sp	Sp	0,5
22 : 1			2,0
24 : 1	1,7	1,0	2,1
25 : 1	1,2	1,1	0,2

M E D I A N W E R T E der F. S. -%- Verteilung

G e s a m t - F. S.

Medium:	Hirn	W. S.	G. S.	L	S
12 : 0				3, 1	0, 5
14 : 0	0, 7	0, 5	6, 3	8, 3	2, 3
16 : 0	26, -	15, 4		40, -	39, -
16 : 1	1, 3	1, -	2, 2	11, -	8. -
18 : 0	33, 5	31, 8	32, 5	26, 6	10, 6
18 : 1	39, -	51, -	31, 5	31, -	42, -
18 : 2	0, 6	Sp	Sp	7, 1	41, 8
18 : 3	0, 6	-	-	1, 15	0, 485
20 : 0	3, 9			0, 86	0, 266
24 : 0	11, 5				
15 : 0				2, -	1, -
17 : 0				2, 45	1, 1
20 : 1				2, 5	
20 : 3				2, 3	2, 3

F r e i e - F. S.

Medium	Hirn	S
14 : 0	3, -	5, 3
16 : 0	32, 5	36, 5
16 : 1	1, 8	7, 9
18 : 0	25, -	15, -
18 : 1	41, -	37, -
18 : 2		14, -
20 : 0	28, 5	
24 : 0	16, -	3, -
15 : 0	1, 6	2, 5

MEDIANWERTE der F.S. -%-Verteilung

Cholesterinester - F. S.

Medium:	Hirn	W.S.	G.S.	L	S
12 : 0		0,9	0,5		
14 : 0	3,7			2,9	
16 : 0	34,-	19,-	20,4	30,6	
16 : 1		19,-	17,5	13,4	
18 : 0	28,-	10,5	11,5	4,6	
18 : 1	38,5	47,-	51,-	51,2	
18 : 2	4,4	8,7	14,5	107,-	
18 : 3		0,7	0,7	1,3	
20 : 4		56,-	85,-	11,8	
20 : 2	3,2				
20 : 3		10,-	8,-	1,75	
20 : 5				1,28	
22 : 4		8,7	7,-		
22 : 5		2,3	2,7		
22 : 6		8,8	21,-	4,5	
14 : 1	2,-				

Glycerid - F. S.

Medium:	Hirn	L	S
14 : 0	0,8	10,9	2,86
16 : 0	24,-	45,5	37,-
16 : 1	11,-	12,9	10,-
18 : 0	20,-	14,1	5,55
18 : 1	45,-	38,-	49,-
18 : 2	7,2	4,4	16,-
18 : 3		2,8	1,3
20 : 4	19,8	Sp	0,4
15 : 0		6,5	1,2
20 : 1	15,8		
22 : 5			2,47

M E D I A N W E R T E der F. S. - % - Verteilung

P h o s p h o l i p i d - F. S.

Medium:	Hirn	G. S.	L	S
14 : 0	1, 2	3, 6	12, 3	1, 26
16 : 0	21, 5		43, -	50, -
16 : 1	1, 9		30, -	5, 22
18 : 0	30, -		12, 3	20, 8
18 : 1	45, 3	11, 9	28, 3	24, -
18 : 2	8, -		14, 2	33, 9
18 : 3				1, 08
20 : 0			2, -	1, 5
20 : 4	6, 9		3, 08	14, 2
22 : 0				2, 9
24 : 0	0, 65			2, 9
26 : 0		Sp		
15 : 0			9, 3	
17 : 0			2, 55	
19 : 0				Sp
21 : 0				2, 9
23 : 0	0, 23			0, 18
25 : 0		Sp		
20 : 1			5, 8	
22 : 1		Sp		0, 9
23 : 1				0, 33
24 : 1		1, 4		5, 3
20 : 3				4, 7
22 : 4			6, 8	2, 4
22 : 5			3, 18	4, 8

M E D I A N W E R T E der F. S. - % - Verteilung

L e c i t h i n - F. S.

Medium:	Hirn	W. S.	G. S.	L	S
12 : 0				1, 1	
14 : 0		0, 9	1, 3	3, 6	2, 6
16 : 0	46, 5	33, 3	52, -	58, -	50, 2
16 : 1		2, 7	2, 79	1, 4	2, 03
18 : 0	13, 2	13, 9	12, -	21, 8	25, -
18 : 1	41, -	50, 2	34, -		24, 8
18 : 2		0, 43	0, 57	1, 6	47, -
18 : 3		0, 11	Sp		0, 9
20 : 0		0, 24			0, 3
20 : 4		2, 3	5, 1	0, 9	13, -
22 : 0		0, 6			
15 : 0				1, 3	
17 : 0			1, 3	1, -	
23 : 0					0, 95
20 : 2		0, 11	0, 12		0, 96
20 : 3		0, 44	1, -		5, 6
20 : 5					1, 24
22 : 4		0, 76	0, 7		0, 9
22 : 5		0, 11	Sp		2, 05
22 : 6		0, 38	3, -		7, 8

M E D I A N W E R T E der F. S. -%- Verteilung

C o l a m i n - K y p h a l i n - F. S.

Medium:	W. S.	G. S.	L	S
12 : 0			6, 9	
14 : 0	0, 66	0, 62	12, -	
16 : 0	9, 5	14, 7	55, -	25, 5
16 : 1	1, 9	1, 3	2, 2	
18 : 0	21, 7	61, 7	33, 5	
18 : 1	67, -	22, -	9, 5	
18 : 2	0, 85	0, 8		
18 : 3	Sp	Sp		
20 : 0			4, -	4, 1
20 : 4	15, 7	28, 5		
22 : 0			4, 6	
24 : 0			4, 9	0, 9
19 : 0			5, 7	
21 : 0			4, 7	
23 : 0			4, 3	0, 7
20 : 1	8, 2	2, 1		
22 : 1	2, 1	4, 4		
24 : 1	2, 3	0, 9		
25 : 1	1, 46	2, 2		
20 : 2	1, 55	0, 54		
20 : 3	2, 1	2, 35		7, 3
22 : 4				6, -
22 : 5	1, 1	2, 7		12, 3
22 : 6	12, 2	61, -		39, 5

M E D I A N W E R T E der F. S. - % - Verteilung

S e r i n - K e p h a l i n - F. S.

Medium:	W. S.	G. S.	S
14 : 0	0, 4	0, 22	
16 : 0	2, 6	5, 6	15, -
16 : 1	0, 5	0, 6	
18 : 0	53, -	69, 2	62, 5
18 : 1	44, -	21, 4	22, 6
18 : 2	0, 4	0, 15	16, 3
18 : 3	0, 11	0, 3	1, 6
20 : 0			1, 7
20 : 4	1, 8	3, 3	
24 : 0			1, -
15 : 0	1, 17		
17 : 0	2, 38	3, 6	1, 3
23 : 0			0, 5
20 : 1	4, 2	1, 4	
22 : 1	1, 3	0, 7	
24 : 1	1, 7	0, 7	
25 : 1	0, 22	0, 7	
26 : 1			0, 9
20 : 2	0, 48	Sp	3, 1
20 : 3	0, 66	1, 34	8, -
22 : 4	1, 85	4, 6	
22 : 5	0, 34	2, 78	
22 : 6	1, 8	42, -	
24 : 2			Sp

M E D I A N W E R T E der F. S. - % - Verteilung

S p h i n g o m y e l i n - F. S.

Medium:	Hirn	W. S.	G. S.	L	S
14 : 0		1, 3	1, 4	5, 8	
16 : 0	6, 2	29, 2	9, 9		70, -
16 : 1	1, 36			1, 2	
18 : 0		73, -	89, -	5, 1	24, -
18 : 1	5, 6	7, 5	3, -	3, 2	5, 6
18 : 2				0, 9	4, 4
18 : 3					1, 3
20 : 0	3, 75	2, 12	1, 54	4, 7	9, 3
22 : 0	5, 1	3, 3	0, 55	8, 6	25, 1
24 : 0	7, 6	27, -	2, 19	12, 3	26, 5
26 : 0		1, 6	Sp		0, 9
15 : 0					2, 3
17 : 0				2, 5	3, 4
23 : 0	5, 9	4, 47	1, 4	0, 7	11, 5
25 : 0	4, -	5, 8	1, 9		
22 : 1	3, 2	1, 2	0, 12		11, 9
23 : 1	3, -	2, 27	0, 48		
24 : 1	6, -	22, -	7, 4	5, 5	45, -
25 : 1	27, -	11, 6	3, 5		Sp
20 : 2					2, 32
20 : 5					2, 2
22 : 4					1, 9
24 : 2					5, 5

M E D I A N W E R T E der F.S. -%- Verteilung

	C e r e b r o s i d - F . S .			C e r e b r o s i d - O H - F . S .		
Medium:	Hirn	W.S.	G.S.	Hirn	W.S.	G.S.
14 : 0		4,1	0,59		2,2	60,-
16 : 0	13,5	19,-	14,-	0,52	2,45	1,2
16 : 1		2,-	2,08			
18 : 0		80,-	76,-		1,8	5,6
18 : 1		7,6	10,-		0,9	0,7
20 : 0		9,6	9,3	1,15	0,79	1,75
22 : 0	39,-	21,6	19,-	24,5	18,7	21,6
24 : 0	200,-	137,-	72,-			
26 : 0		12,8	5,5	3,2	4,-	0,43
23 : 0	62,-	38,2	23,5			
25 : 0	59,-	42,-	21,8	15,-	16,1	18,9
22 : 1	5,12	3,3	2,8			
23 : 1		5,6	3,7			
24 : 1	340,-	408,-	290,-	39,5	51,-	70,5
25 : 1		63,-	90,-	8,-	10,5	14,-
26 : 1	20,5	61,-	28,-	8,4	12,-	15,7
20 : 3	450,-	708,-	575,-	57,5	71,8	92,-

MEDIANWERTE der F.S.-%-Verteilung

	Sulfatid-F.S.			Sulfatid-OH-F.S.		
Medium:	Hirn	W.S.	G.S.	Hirn	W.S.	G.S.
14 : 0		4,7	4,5		5,1	7,4
16 : 0		22,4	29,-		2,2	13,6
16 : 1	-	3,4	3,6			
18 : 0	69,-	63,-	51,3		2,28	17,5
18 : 1	10,-	25,3	28,6		0,8	9,-
22 : 0	79,-	32,8	28,9			
24 : 0	670,-	210,-	192,-			
26 : 0	69,-	26,-	25,-			
23 : 0		57,-	51,8	35,5	33,3	48,-
25 : 0	230,-	98,-	79,8	18,2	17,9	17,-
20 : 1			2,4			
22 : 1	18,5	6,6	3,3			
23 : 1		7,4	4,2			
24 : 1	1970,-	850,-	610,-		46,-	62,-
25 : 1	518,-	200,-	203,-	11,7	11,7	11,5
26 : 1	504,-	163,-	116,-	17,5	10,7	12,6
20 : 3	2810,-	1570,-	1270,-		64,5	73,-

V. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden die bis zum Jahre 1970 in der Literatur angegebenen Lipidkonzentrationen für die graue, die weiße Substanz des Gehirns sowie des Blutserums und des Liquor cerebrospinalis in Tabellen und halblogarithmischen Grafiken dargestellt. Dabei wurden die Konzentrationen der Gesamtlipide in Gewichtseinheiten, die der einzelnen Lipidfraktionen in Milli- oder Mikro-Mol aufgeführt.

Die Konzentrationen der Lipidfraktionen im Liquor beträgt zwischen 0,5 und 1,05 µMol%, die der Gesamtlipide 1,26 mg%. Die Gesamtlipide, das Gesamtcholesterin und die Gesamtphospholipide, Lecithin, Lysolecithin und Sphingomyelin, liegen im Serum gegenüber dem Liquor cerebrospinalis etwa 500 mal konzentrierter vor. Deutlich geringer sind die Konzentrationsunterschiede zwischen Liquor und Serum bei dem freien Cholesterin mit 1 : 276 und beim Kephalin mit 1 : 108. Der Umstand, daß der Konzentrationsunterschied der Kephaline zwischen Liquor und Gehirnsubstanz 2 bis 3-fach so groß ist wie der der übrigen Lipide, kann in dem zuvor geäußerten Zusammenhang die Hypothese stärken, daß dem Liquor cerebrospinalis bei seiner Passage der Strukturen der Hirnsubstanz von diesem Lipide beigemischt werden. Auch in bezug auf die Prozentverteilung seiner Phospholipide nimmt der Liquor cerebrospinalis eine Mittelstellung zwischen Hirnsubstanz und Serum ein. (Siehe Grafik: Prozentverteilung der Phospholipide).

Für einen guten Indikator krankhafter Veränderungen im Zentralnervensystem, die sich dem Liquor cerebrospinalis mitteilen, sehen H.O. CHRISTENSEN LOU u. Z. MATZKE (1965) den aus Liquor cerebrospinalis bestimmten Quotienten aus Cerebrosiden und Lecithin, O. SCHRAPPE (1972) den Quotienten aus Estercholesterin und Phospholipiden an.

In dem zweiten Teil der Arbeit sind die in dem gleichen Zeitraum in der Literatur veröffentlichten Untersuchungen des Fettsäuremusters der Lipide aus grauer und weißer Substanz, aus Liquor und Serum zusammengestellt. Um die einzelnen Angaben vergleichbar machen zu können, wurde die Summe der 16 : 0-, 16 : 1-, 18 : 0- und 18 : 1- Fettsäuren 100 gesetzt und die Menge der einzelnen weiteren Fettsäuren in % dieser Menge ausgedrückt. Bei den Fettsäuren der Cerebroside und Sulfatide erwies es sich als zweckmäßiger, die Menge der 24 : 0-Fettsäuren 100 zu setzen und die übrigen Fettsäuren als % dieser Menge auszudrücken.

Dabei stellte sich heraus, daß die Fettsäuremuster der einzelnen Lipide aus den verschiedenen Medien nur lückenhaft bestimmt wurden. Das Fettsäuremuster der Liquorlipide nimmt nur teilweise eine Mittelstellung zwischen den Fettsäuremustern der Hirn- und Serumlipide ein.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. ALLING, C., S. J. DENCKER, L. SVENNERHOLM, J. TICHY:
Serum Lipids in chronic alcoholics.
Lancet 2, 312 (1967).

2. ALLING, C., L. SVENNERHOLM:
Concentration and fatty acid composition of cholesteryl esters of normal human brain.
J. of Neurochem. 16, 751-759 (1969).

3. ARNETOLI, G., A. PAZZAGLI, L. AMADUCCI:
Fatty acid and aldehyde changes in choline- and ethanolamine - containing phospholipids in the white matter of multiple sclerosis brains.
J. of Neurochem. 16, 461-463 (1969).

4. BAKER, R. W. R., R. H. S. THOMPSON, K. J. ZILKHA:
Fatty-acid composition of brain lecithins in multiple sclerosis.
Lancet 1, 26-27 (1963).

5. BAKER, R. W. R., R. H. S. THOMPSON, K. J. ZILKHA:
Serum fatty acids in multiple sclerosis.
J. Neurosurg. Psychiatr. 27, 408-414 (1964).

6. BAKER, R. W. R., R. H. S. THOMPSON, K. J. ZILKHA:
Changes in the amounts of linoleic acid in the serum of patients with multiple sclerosis.
J. Neurosurg. Psychiatr. 29, 95 (1966).

7. BAUER, R. W. R. und R. HEITMANN:
Chemische und serologische Untersuchungen bei der multiplen Sklerose.
Dtsch. Zschr. d. Nervenheilk. 178, 47-77 (1958).

8. BLOMSTRAND, R.:
Fatty acid composition of cerebrospinal fluid lipids.
Acta chem. scand. 14, 775-776 (1960).

9. BLOMSTRAND, R., F. NAKAJYMA:
Neutron activation paper chromatographic analysis of human cerebrospinal fluid.
J. Neurochem. 8, 230-233 (1961).

10. BÖHLE, E., E. HARMUTH:
Die Fettsäurezusammensetzung der Lipidfraktionen des Blutserums bei verschiedenen Hyperlipidämien.
Z. klin. Chem. 1, 83-91 (1963).

11. BÖHLE, E.:
Serum-Fettsäuren bei Atherosklerose, Hypercholesterinämie und Hyperlipidämie. In: G. Schettler, R. Sanwald: Pathophysiological and clinical aspects of lipid metabolism.
Thieme-Verlag Stuttgart (1966).

12. BORRI, P. F., G. J. M. HOOGHWINKEL, G. W. BRUYN:
Biochemical studies in Huntington's chorea.
Fol. psychiat. neurol. neurochir. NEERL 69, 143 (1966).

13. BORRI, P. F., W. M. OP DEN VELDE, G. J. M. HOOGHWINKEL, G. W. BRUYN:
Biochemical studies in Huntington's chorea.
Neurology 17, 172-178 (1967).

14. BRIGHTMAN, M. W., S. W. PALAY:
The fine structure of ependymal in the brain of the rat.
J. cell Biol. 19, 415-439 (1963).

15. BROWN, W. F., E. F. GILDEA, E. B. MAN:
Lipoids and proteins in fluid obtained from approximately complete drainage of cerebrospinal system.
Arch. Neurol. Psychiat. 42, 260-272 (1939).

16. CENDROWSKI, W., W. SZAJBEL, E. WASZIEWICZ, K. NIEZELSKA:
Serum lipid studies in multiple sclerosis.
Z. f. klin. Chem. u. klin. Biochemie 6, 423-425 (1968).

17. CHERAYIL, G. D., Q. E. CYRUS Jr.:
The quantitative estimation of glycolipids in Alzheimers's disease.
J. Neurochem. 13, 579-590 (1966).

18. CHERAYIL, G. D.:
Fatty acid composition of brain glycolipids in Alzheimer's disease, senile dementia and cerebrocortical athrophy.
J. Lip. Res. 9, 207-214 (1968).

19. CHRISTENSEN LOU, H. O., J. MATZKE:
Cerebroside and other polar lipids of the cerebrospinal fluid in neurological diseases.
Acta neurol. scand. 41, (Suppl. 13/II, 599) 445-447 (1965).

20. CLAUSEN, J.:
The beta lipoprotein of serum and C.S.F..
Acta neurol. scand. 42, 153-160 (1966).

21. CREVOLD VAN, S., G.J.M. HOOGHWINKEL:
Lipids in blood plasma and erythrocytes in juvenile amaurotic idiocy.
Arch. Neurol. 17, 225-229 (1967).

22. CUMINGS, J.N.:
The cerebral lipids in disseminated sclerosis and amaurotic family idiocy.
Brain 76, 551-562 (1953).

23. CUMINGS, J.N., R.C. SHORTMAN, T. SKRBIC:
Lipid studies in the blood and brain in multiple sclerosis and motor neurone disease.
J. Clin. Path. 18, 641-644 (1965).

24. CUMINGS, J.N.:
Lipid chemistry of the brain in demyelating diseases.
Brain 78, 554-563 (1955).

25. CUMINGS, J.N., E.J. THOMPSON, H. GOODWIN:
Sphingolipids and phospholipids in microsomes and myelin from normal and pathological brains.
J. Neurochem. 15, 243-248 (1968).

26. CUMINGS, J.N., H. GOODWIN:
Sphingolipids and phospholipids of myelin in multiple sclerosis.
Lancet, 2, 664-665 (1968).

27. CUMINGS, J.N., J.K. GRUNDT, T. YANAGIHARA:
Lipid changes in the brain in phenylketonuria.
J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 31, 334-337 (1968).

28. CZEGLÉDI-JANKÓ, VON G.:
Mikropräparative Trennung der Lipidklassen von Milch und Blutserum.
Z. klin. Chem. 3, 14 (1965).

29. DAACKE, VON H. J.:
Normalwerte für die Serum-Lipidfraktionen.
Med. Klin. 62, 131-135 (1967).

30. DAVISON, A.N., E. GRAHAM-WOLFAARD:
Quantitative analysis and recovery of cerebral lipids by modified thin layer chromatography.
J. Neurochem. 11, 147-154 (1964).

31. DAVISON, A.N., M. WAJDA :
Cerebral lipids in multiple sclerosis.
J. Neurochem. 9, 427-432 (1962).

32. DEBUCH, H. :
Neuere Kenntnisse über Glycerinphosphatide in 16. Colloquium der Gesellschaft für Physiologische Chemie 28-30 IV 1965 in Mosbach/Baden.
Lipoide, herausgeg. E. Schutte, Springer 1966.

33. DERRY, M., J. S. FAWCETT, F. ANDERMANN :
Late infantile systemic lipidosis.
Neurol. 18, 340-348 (1968).

34. DODGE, J. T., G. B. PHILLIPS :
Composition of phospholipids and phospholipid fatty acids and aldehydes in human red cells.
J. Lip. Res. 8, 667-675 (1967).

35. DOIZAKI, W. M., L. ZIEVE :
Quantitative estimation of some phosphatides and their hydrolysis products by thin layer chromatography.
Proc. Soc. exp. Biol. (N. Y.) 113, 91 (1963).

36. EGGSTEIN, M. :
Neutralfett-Berechnung für Blutserum als Differenz aus F. S. -esterwert und Lipoid-Fettsäuren.
Klin. Wschr. 43, 1031-1038 (1965).

37. EGGSTEIN, M. :
Eine neue Bestimmung der Neutralfette im Blutserum und Gewebe.
Klin. Wschr. 44, 267-273 (1966).

38. ETIENNE, J., J. POLONOVSKI :
Evolution des Lipides au cours de l'incubation du sérum.
III Etudes des phospholipides.
Bull Soc. Chim. Biol. (Paris) 42, 857 (1960).

39. FARSTAD, M. :
De termination of fatty acids in cerebrospinal fluid.
II qualitative and quantitative studies by a combination of alkali titration on gas chromatography.
Scand. J. Clin. Lab. Invest. 16, 139-144 (1964).

40. FARSTAD, M. :
Determination of fatty acids in cerebrospinal fluid.
III Quantitative and qualitative studies in some neurological and psychiatric disorders.
Scand. J. Clin. Labor Invest. 16, 554-558 (1964).

41. FARSTAD, M.:
Determination of fatty acids in the cerebrospinal fluid. IV.
Scand. J. Clin. Labor. Invest. 17, 336-340 (1965).

42. FUHRMANN, W.:
Untersuchungen über die Fettsäuren der Plasmalipide bei erbbedingter kohlenhydratsensitiver Hyperlipidämie.
Dtsch. Med. Wschr. 89, 1293 (1964).

43. GJONE, E., J. F. BERRY, D. A. TURNER:
The isolation and identification of lysolecithin from lipid extracts of normal human serum.
J. Lipid. Res. 1, 66 (1959).

44. GONATAS, N. K., J. GONATAS:
Ultrastructural and biochemical observations on a case of systematic late infantile lipidosis and its relationship to Tay-Sachs disease and gargoylism.
J. Neuropath. exp. Neurol. 24, 318 (1965).

45. GREEN, J. B., N. PAPADOPOULOS, W. CEVALLOS, F. M. FORSTER, W. C. HESS:
The colesterol and colesterol ester content of cerebrospinal fluid in patients with multiple sclerosis and other neurological diseases.
J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 22, 117 (1959).
z. 64, 63 London.

46. GROSSI, G., P. PAOLETTI, R. PAOLETTI:
A gas-liquid chromatographic analysis of fatty acid composition of human normal and tumoral nervous tissue.
In: IV. Int. Kongr. Neuropath., Bd. I, S. 29-35.
Thieme-Verlag Stuttgart (1962).

47. HACK, M. H., F. M. HELMY:
Lipid composition of human cerebrospinal fluid.
Proc. Soc. exp. Biol. (N. Y.) 111, 421-423
(nach Geigy 1968, 635) (1962).

48. HALLGREN, B., S. STENHAGEN, A. SVANBORG:
Gaschromatographic analysis of the fatty acid composition of the plasma lipids in normal and diabetic subjects.
J. clin. Invest. 39, 1424 (1960).

49. HALLGREN, B., A. SVANBORG:
The separation of free fatty acids from human plasma lipids, gaschromatographic analysis of the free fatty acid composition in healthy human individuals.
Scand. J. clin. u. Lab. Invest. 14, 179 (1962).

50. HANDEL VAN :
Zitat aus: K. Jahnke u. M. Herberg
Bestimmung der Neutralfette im Serum.
Diagnostik 2, 305-308 (1969).

51. HARTMANN, G. :
Pers. Mitteilung über werktätige Männer von Basel.
In: Geigy-Tabellen 1968, 599 (1967).

52. HERSCHKOWITZ, N., G. M. MC KHANN, E. M. SHOOTER :
Studies of water soluble lipoproteins in rat brain.
J. Neurochem. 15, 161-168 (1968).

53. HOOFT, C., L. SENESAEL, M. J. DELBEKE, J. KINT, G. DACREMONT :
The G_{M_1} Gangliosidosis (Landing disease)
European Neurology 2, 225-241 (1969).

54. HOOGHWINKEL, G. J. M., P. F. BORRI, G. W. BRUYN :
Biochemical studies in Huntington's chorea.
II. Composition of blood lipids.
Acta Neurol. Scand. 42, 213-220 (1966).

55. HOOGHWINKEL, G. J. M. :
Biochemical studies in Huntington's chorea.
V. Erythrocyte and plasma glycolipids and fatty acid composition of crythrocyte gangliosides.
Neurology 16, 334-938 (1966).

56. HOOGHWINKEL, G. J. M., G. W. BRUYN, R. E. ROOY :
Biochemical studies in Huntington's chorea.
VII. The lipid composition of cerebral white and gray matter.
Neurology 18, 408-412 (1968).

57. JAHNKE, K., M. HERBERG :
Bestimmung der Neutralfette im Serum.
Diagnostik 2, 305-308 (1969).

58. JATZKEWITZ, H., H. PILZ :
Über den Fettsäureanteil der Sphingomyeline im Grau und Weiß normaler und pathologischer Gehirne.
Naturwissenschaften 51, 61-62 (1964).

59. JATZKEWITZ, H., H. PILZ, H. HOLLANDER :
Biochemische und vergleichende histochemische Untersuchungen in umschriebenen Gebieten des Gehirns bei Fällen von adulter und infantiler metachromatischer Leukodystrophie.
Acta Neuropath. 4, 75-89 (1964).

60. JATZKEWITZ, H.:
The role of cerebroside sulfuric esters in leukodystrophy and a new method for the quantitative ultra micro determination of brain sphingolipids.
Brain Lipids Lipoproteins, Leucodystrophies.
Proc. Neurochem. Symp. Rome 1961, 147-152 (1963).

61. JEANNET, M., P. ZAHLER:
Analyse quantitative des principaux phospholipides plamatiques dans l'anémie des affections malignes.
Schweiz. med. Wschr. 96, 1070-1074 (1966).

62. JOHNSON, A. C., A. R. MCNABB, R. J. ROSSITER:
Lipids in normal brain.
J. Biochem. 43, 573-577 (1948).

63. JOHNSON, A. C., A. R. MCNABB, R. J. ROSSITER:
Concentration of lipids in the brain of infants and adults.
J. Biochem. 44, 494-498 (1949).

64. JOHNSTON, P. V., F. A. KUMMEROW:
Gas liquid chromatography of methyl esthers of fatty acid from human and chicken brain lipids.
Proc. Soc. Exp. Biol. 104, 201-205 (1960).

65. KAHLKE, W.:
Lipoide I: 1. Fettsäuren.
Fortschritte der Med. 13, 517-519 (1965).

66. KAHLKE, W.:
Lipoide: Neutrallipoide.
Fortschritte der Med. 83, 552-553 (1965).

67. KAHLKE, W.:
Lipoide: Glycerinphosphatide - Sphingolipide.
Fortschritte der Med. 83, 634-637 (1968).

68. KAMOSHITA, S., J. RAPIN, K. SUZUKI:
Spongy degeneration of the brain. A chemical study of two cases including isolation and characterization of myelin.
Neurology 18, 975-985 (1968).

69. KANIG, K.:
Die Neurochemie als Grundlagenforschung und ihre Bedeutung für die Klinik.
Med. Welt 18, 23-32 (1967).
Tabelle Struktur der Glycerin- u. Sphingosinlipide.

70. KISHIMOTO, Y., N. S. RADIN, W. W. TOURTELOTTE, J. A. PARKER, H. H. KABASHI:
Gangliosides and Glycero-Phospholipids in multiple sclerosis white matter.
Arch. Neurol. 16, 44-54. (1967).

71. KLENK, E., DEBUCH, ZÖLLNER, WERLE, STAUDINGER, KLINGMÜLLER:
Vorschlag zur Vereinheitlichung der Nomenclatur der Neutralfette u. der Lipoide.
Kommiss. klin. chem. dtsch. Ges. für Physiolog. Chemie Mosbach/Baden.
Klin. chem. Acta (Amst) 7, 446-448 (1962).

72. KLENK, E., KUNAU, W. u. HOPPE SEYLERS:
Beitrag zur Konstitution der Ganglioside.
Z. Physiol. Chem. 335, 275 (1964).

73. KOREY, S. R., GONATAS, J., STEIN, A.:
Studies on Tay-Sachs disease.
J. Neuropath. exp. Neurol. 22, 56 (1963).

74. KUHN, R., WIEGANDT, H.:
Weitere Ganglioside aus Menschenhirn.
Z. Naturforschg. 19, 256 (1964).

75. KUKSIS, A., O. STACHNYK, B. J. HOLUB:
Improved quantification of plasma lipids by direct gas-liquid chromatography.
J. Lip. Res. 10, 660 (1969).

76. LAWRIE, T. D., S. G. MC ALPINE, R. PIRRIE, B. M. RIFKIND:
The fatty acid patterns of human serum in health.
Clin. Sci. 20, 255 (1961).

77. LINDGREN, F. T., A. V. NICHOLS, R. D. WILLS:
Fatty acid distributions in serum lipids and serum lipoproteins.
Amer. J. Clin. Nietr. 9, 13 (1961).

78. MC DONALD, J., D. M. BRAITWAITE:
The influence of dietary carbohydrates on lipid pattern in serum and in adipose tissue.
Clin. Sci. 27, 23 (1964).

79. MAEDA, M., O. BORUD, L. R. GJESSING:
Investigation of cholesterol and fatty acids in periodic catatonia.
Brit. J. of Psychiat. 115, 81-93 (1969).

80. MALONEY, A. F., J. F. CUMINGS:
A case of juvenile Gaucher's disease with intraneuronal lipid storage.
J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 27, 207-213 (1960).

81. MANGOLD, H. K.:
Thin layer chromatography of lipids.
J. Amer. Oil Chem. Soc. 41, 762 (1964).

82. MARINETTI, G. N., M. ALBRECHT, T. FORD, E. STOTZ:
Analysis of human plasma phosphatides by paper chromatography.
Biochem. Biophys. Acta 36, 4-15 (1959).

83. MC ARDLE, B., K. J. ZILKHA:
The phospholipid composition of C. S. F. in neurological disorders.
Brain 85, 389-402 (1962).

84. MC ILWAIN, H.:
Zit. nach Mc Ardle u. M. 1962. London 1955.

85. MEIGEN, B., D. P. MERTZ, H. SARRE:
Die Serumcholesterinbestimmung in der Schilddrüsendiagnostik in endemischen Kropfgebieten.
Med. Welt (N. F.) 1103-1107 (1967).

86. MENKES, J. H., M. PHILIPPART, R. E. FIOL:
Cerebral lipids in maple syrup disease.
J. Pediatrics 66, 584-594 (1965).

87. MENKES, J. H., M. PHILIPPART, M. C. CONCONE:
Concentration of fatty acid composition of cerebrosides and sulfatides in mature and immature human brain.
J. Lipid Res. 7, 479-486 (1966).

88. MENKES, J. H., J. R. SCHIMSCHOCKS, P. D. SWANSON:
Cerebrotendinous xanthomatosis, the storage of cholesterol within the nervous system.
Arch. Neurol. 19, 47-53 (1968).

89. MICHALEC, C., B. KOLMAN:
Sphingomyelins in normal human serum.
Naturwissenschaften 53, 254 (1966).

90. MICHALEC, C., J. REINISOVA:
Biochemistry of sphingolipids. IX: Chromatographic determination of sulfatides after conversion into cerebrosides.
Brain Res. 2, 293-296 (1966).

91. MOORE, F. E., GORDON, TAVIA:
Serum cholesterol levels in adults national center for health statistics. Series II Nr. 22, US. Department of Health, Education and Welfare. (in Eastham u. Jancar (1969).
Brit. J. of Psych. 115, 1013-1017 (1967).

92. NORTON, W. T., PODUSLO, S. E., K. SUZUKI:
Subacute sclerosing leucoencephalitis II: Chemical studies including abnormal myelin and an abnormal ganglioside pattern.
J. Neuropath. Exp. Neurol. 25, 582-597 (1966).

93. NOTHMAN, M. M., S. PROGER:
Kephaline im Blut Gesunder und an Atherosklerose der Kranzarterien Erkrankter.
Med. Welt (N. F.), 190-194 (1965).

94. O'BRIEN, J. S., E. L. SAMPSON:
Lipid composition of the normal human brain gray matter, white matter, and myelin.
J. Lip. Res. 6, 537-544 (1965).

95. O'BRIEN, J. S., E. L. SAMPSON:
Fatty acid and fatty aldehyde composition of the major brain lipids in normal human gray matter, white matter, and myelin.
J. Lipid Res. 6, 545-551 (1965).

96. OLTHOFF, D., D. KUNZE:
Das Verhalten der Serumphosphatide unter der Wirkung von Muskelrelaxantien.
Der Anaesthesist 16, 280-282 (1967).

97. OPPENHEIMER, D. R., R. M. NORMAN, A. H. TINGEY, W. A. AHERNE:
Histological and chemical findings in juvenile Niemann-Pick disease.
J. Neurol. Sci. 5, 575-588 (1967).

98. PAPADOPOULUS u. M.:
Microdetermination of free and esterified cholesterol in cerebrospinal fluid.
J. of Neurochemistry 4, 223-228 (1959).

99. PAPADOPOULUS u. M.:
Determination of phospholipids in spinal fluid and brain.
Arch. Neurol. 3, 677-681 (1960).

100. PAYNE, S.N.:
The quantitative separation and estimation by thin-layer chromatography of lipids in nervous tissue.
J. Chromatog. 15, 173-179 (1964).

101. PHILLIPS, G.B.:
The isolation and quantification of the principal phospholipid components of human serum using chromatography on silicic acid.
Biochem. Biophys. Acta 29, 594 (1958).

102. PHILLIPS, G.B.:
The lipid composition of serum in patients with liver disease (zit. nach Jeannet u. Zahler).
J. Clin. Invest. 39, 1639-1650 (1960).

103. PHILLIPS, G.B.:
Quantitative chromatographic analysis of plasma and red blood cell lipids in patients with acanthocylosis (zit. nach Geigy-Tab. 1968, 600).
J. Lab. clin. med. 59, 357-363 (1962).

104. PHILLIPS, G.B., ROBINSON:
Quantitative thin-layer chromatography of cerebrospinal fluid phospholipids.
Clin. Chim. Acta 8, 832-842 (1963).

105. PHILLIPS, G.B., DODGE, J.T.:
Composition of phospholipids and of phospholipid fatty acids of human plasma.
J. Lipid Res. 8, 676-681 (1967).

106. PHILLIPS, G.B. u. M.:
Analysis of fatty acids of human red cells without lipid extraction.
J. of Lipid-Res. 9, 285-286 (1968).

107. PILZ u. M.:
Dünnschichtchromatographische Bestimmungen von C_{18}- und C_{24} - Sphingomyelin in normalen und pathologischen Gehirnen, einschließlich eines Falles von Niemann-Pick'scher Erkrankung.
J. of Neurochem. 11, 603-611 (1964).

108. PILZ:
Die Sphingolipidveränderungen bei der Leukodystrophie Typ Krabbe im Vergleich zum akuten und chronischen sudanophilen Markzerfall.
Acta Neuropath. 4, 16-27 (1964).

109. PILZ, H.:
Eine Mikromethode zur Bestimmung der Gesamtlipoide des Cholesterins und des Lipoidphosphors im Liquor cerebrospinalis.
Klin. Wschr. 45, Jg. Heft 8, 422-425 (1967).

110. PLUM, C. M., S. E. HANSEN:
The cerebral lipids in multiple sclerosis.
Acta psychiat. et neurolog. scand. 35, Suppl. 141, 42 (1960).

111. PLUM, C. M.:
The colesterol content of cerebrospinal fluid with special regard to the occurrence in cases with multiple sclerosis. 2. 61. 218 Kopenhagen.
Acta Psych. Scand. 35, Suppl. 148, 79 (1960).

112. PLUM, C. M.:
A review on the lipids, the enzymes and the trace elements of the cerebrospinal fluid.
ϕ quant. Angaben, aber gute Synopse. Z. 63. 41 Kopenhagen.
Acta Neurol. Scand. 40, Suppl. 10, 65 (1964).

113. PORGES u. SOJAK:
Sphingomyeline, Cerebroside und Sulfatide im Neugeborenengehirn.
J. of Neurochem. 13, 169-172 (1966).

114. POSER, C. M., G. L. CURRAN:
Cerebrospinal fluid free cholesterol as index of activity of multiple sclerosis and allied diseases.
Arch. Neurol. and Psychiatr. 80, 304-313 (1958).

115. RANDALL, L. O.:
Chemical topography of the brain.
J. biol. chem. 124, 481-488 (1938), New Haven.

116. RAPPORT, M. M., B. LERNER:
Lipids in normal and neoplastic tissues of man and in normal tissues of rabbit and rat.
Biochemica et Biophysica Acta 33, 319-325 (1959).

117. RECKEL, K., O. SCHRAPPE:
Liquorproduktion und Mineralgehalt bei suboccipitaler Drainage.
Liquor Symposium, Frankfurt 1967.

118. ROBINSON, N., B. M. PHILLIPS:
Quantitative thin layer chromatography of serum phospholipids (zit. nach Jeannet und Zahler).
Clin. chim. Acta 8, 385-392 (1963).

119. ROBOZ, E., W. E. HESS, R. R. DINELLA, W. CEVALLOS:
Determination of total lipids, cholesterol and phospholipids in cerebrospinal fluid.
J. Lab. u. Clin. Med. 52, 158-62 (1958).

120. ROUSER, G., G. FELDMAN, C. GALLI:
Fatty acid compositions of human brain lecithin and sphingomyelin in normal individuals, senile cerebral cortical atrophy, Alzheimer's disease, metachromatic leucodystrophy, Tay-Sachs and Niemann-Pick diseases.
J. of the Am. Oil Chem. Soc. 42, 411-412 (1965).

121. SAKAI, M., T. TANO:
Biochemical analysis in the brains of metachromatic leucodystrophy. I. On the changes of glycolipids pattern in the white matter.
Yokohama Med. Bulletin, 16, Nr. 2 57-64 (1965).

122. SASTRY, P. S., M. C. STANCER:
Quantitative analysis and fatty acid composition of phospholipid constituents in cerebrospinal fluid of various age groups.
Clin. chim. Acta 22, 301 (1968).

123. SCHALTENBRAND, G., H. WOLF:
Die Produktion und Zirkulation des Liquor und ihre Störungen. In: Handbuch der Neurochirurgie, hrsg. O. H. Olivecrona u. W. Tönnes, Bd. I/1 S. 91.
Springer-Verlag Berlin-Göttingen (1959).

124. SCHRADE, W., R. BIEGLER, E. BÖHLE:
Fatty acid, distribution in the lipid fractions of healthy persons of different age, patients with arteriosclerosis and patients with idiopathic hyperlipidaemia. (zit. nach Mangold 1964).
J. Arteroscler. Res. 1, 47 (1961).

125. SCHRADE, W., E. BÖHLE, R. BIEGLER, V. MEDER, R. TEICKE:
Gaschromatographische Untersuchungen der Serumfettsäuren des Menschen. I. Mitteilung. Über die Fettsäurezusammensetzung des Serumfetts beim Gesunden, Arteriosclerotiker und Diabetiker.
Klin. Wschr. 38, 126-134 (1960).

126. SCHRADE, W., E. BÖHLE, R. BIEGLER, R. TEICKE, B. ULLRICH:
Gaschromatographische Untersuchungen der Serumfettsäuren des Menschen. III. Mitteilung: Die Fettsäuren der Cholesterinester, Phospholipide und Triglyceride, sowie die unveresterten Fettsäuren bei Gesunden und Arteriosklerotikern.
Klin. Wschr. 38, 739-753 (1960).

127. SCHRADE, W., E. BÖHLE, R. BIEGLER:
Veränderungen der Blutfettsäuren bei Arteriosklerose und ihre Bestimmung.
Fette, Seifen, Anstrichmittel 11, 1035-1040 (1961).

128. SCHRAPPE, O.:
Ergebnisse intraindividueller Vergleichsuntersuchungen der Lipide im Liquor cerebrospinalis mit den Serum-Lipiden.
Klin. Wschr. 50, 158-164 (1972).

129. SHIN, Y. S.:
Chromatographie an Kiesel-Säure-Säulen zur Mikrobestimmung von Cholesterin, Cholesterinestern und Phosphatiden in menschlicher Cerebrospinalflüssigkeit.
Analyt. Biochem. (N. Y.) 5, 369-378 (1963).

130. SMITH, R. R., H. B. WHITE:
Neutral lipid patterns of normal and pathologic nervous tissue.
Arch. Neurol. 19, 54-59 (1968).

131. SOURANDER, P., L. SVENNERHOLM:
Sulphatide lipidosis in the adult with the clinical picture of progressive organic dementia with epileptic seizures.
Acta Neuropath. 1, 384 (1962).

132. SPINELLA u. M.
aus Diagnostik 2, 305-308 (1966).

133. STAHL, E.:
Thin layer chromatography II standardisation, detection, documentation and application.
Chemiker Ztg. 82, 323-329 (1956).

134. STALLBERG-STENHAGEN, S., L. SVENNERHOLM:
Fatty acid composition of human brain sphingomyelins: Normal variation with age and changes during myelin disorders.
J. Lipid Res. 6, 146-155 (1965).

136. STEIN, A.A., E.OPALKA, A.O.SCHILD:
Fatty acid analysis of meningeomas by gas phase chromatography.
J.Neurosurg. 20, 435-438 (1965).

137. STEIN, A.A., E.OPALKA, F.PECK:
Fatty acid analysis of brain tumors by gas phase chromatography.
Arch. Neurol. 8, 50-55 Chicago, 1963.

138. SUZUKI, K., R.KATZMANN:
Chemical studies on Alzheimer's disease.
J.Neuropath. exp. Neurol. 24, 210-224 (1965).

139. SUZUKI, K., G.CHEN:
Chemical studies on Jakob-Creutzfeld disease.
J. Neuropath. exp. Neurol. 25, 396-408 (1966).

140. SUZUKI, K. and G.C.CHEN:
Morphological, histochemical and biochemical studies on a case of systemic late infantile lipidosis (generalized gangliosidosis).
J. Neuropath. and Exp. Neurology 27, Nr.1, 15-38 (1968).

141. SUZUKI, K., A.B.JOHNSON, E.MARQUET, K.SUZUKI:
A case of juvenile lipidosis: Electron microscopic, histochemical and biochemical studies.
Acta Neuropath. 11, 122-139 (1968).

142. SVANBORG, A., L.SVENNERHOLM:
Plasma total lipid, cholesterol, triglycerides, phospholipids and free fatty acids in a healthy Scandinavian population.
Act. med. Scand. 169, 43-49 (1961).

143. SVENNERHOLM, L., S.STALLBERG-STENHAGEN:
Changes in fatty acid composition of cerebrosides and sulfatides of human nervous tissue with age.
J. of Lipid Res. 9, 215-225 (1968).

144. SVNERRHOLM, L.:
The gangliosides.
J. Lipid Res. 5, 145 (1964).

145. SVENNERHOLM, L.:
The distribution of lipids in the human nervous system.
I. Analytical procedure. Lipids of fetal and newborn brain.
J. Neurochem. 11, 839 (1964).

146. SVENNERHOLM, L.:
Distribution and fatty acid composition of phosphoglycerides in normal human brain.
J. Lip. Res. 9, 570-579 (1968).

147. SWELL, L., P.E. SCHOOLS, C.R. TREADWELL:
Correlation of diet and serum cholesterol level with serum lipid fatty acid composition.
Proc. Soc. exp. Biol. u. Med. 109, 682 (1962).

148. TENNYSON, U.M., G.D. PAPPAS:
Electromicroscopic study of ependymal cells of the fetal, early postnatal and adult rabbits.
Ztschr. Zellforschung 56, 595-618 (1962).

149. THOMPSON, E.J., H. GOODWIN, J.N. CUMINGS:
Caesium chloride in the preparation of membrane fractions from cerebral tissue.
Nature 215, 168-169 (1967).

150. TICHY, J.:
Cholesterol V. Mozkomisnim Moku.
Ceskoslovenska, Neurologie 26, 6 399-407 (1961).

151. TICHY, J.:
Cholesterol und Cholesterolesterspiegel im Liquor bei Kranken mit Atherosklerose des Hirns.
Psych. Neurol. und med. Psycholog. 4, 140-145 (1964).

152. TICHY, J.:
Vztah hladiny cholesterolu k slozeni moskomisniho moku ak mnozstvi jeho bilkovin.
Ceskoslovenska neurologie 27, 2 123-129 (1964).

153. TICHY, J.:
Cholesterol in the cerebrospinal fluid.
Rev. of Czechoslovak medicine 12, 4 265-271 (1966).

154. TICHY, J.:
Cholesterol in neurological diseases (in CSF, CNS and Serum).
Rocnik 80, Sesit 8 Academia Praha (1970).

155. TINGEY, A.H., G.W.F. EDGAR:
A contribution to the chemistry of the leucodystrophies.
J. of Neurochem. 10, 817-823 (1963).

156. TOURTELOTTE, W.W., A.J. VANDER, B.A. SKRENTNY, R.N. DEJONG:
A study of lipids in the cerebrospinal fluid. II. The determination of total lipids.
J. Lab. a. Clin. med. 52, 481-490 (1958).

157. TOURTELOTTE, W.W., F.M.PARKER, R.N.DEJONG:
A study of lipids in the cerebrospinal fluid. III. The determination of total phospholipids.
J. Lab. Clin. Med. 52, 491-495 (1958).

158. TOURTELOTTE, W.W.:
Study of lipids in cerebrospinal fluid. VI. The normal lipid profile.
Neurology 9, 375-383 (1959).

159. TOURTELOTTE, W.W., B.A.SKRENTNY, R.N.DEJONG:
A study of lipids on cerebrospinal fluid. IV. The determination of free and total cholesterol.
J. Lab. Clin. Med. 54, 197-206 (1959).

160. TOURTELOTTE, W.W., HAERER, A.F., R.N. DEJONG:
Cerebrospinal fluid lipid profiles in various diseases.
Proceedings 4. Internat. Kongress für Neuropath. 1961 München.
Georg Thieme Verlag 46-58. (1961).

161. TOURTELOTTE, W.W., R.N.DEJONG, S.JANICH, K.GUSTAFSON:
A study of lipids in the cerebrospinal fluid (and serum). VIII. Further comments on the normal lipid profile.
Univ. of Michig. Med. Bull. 28, 114-126 (1962).

162. TOURTELOTTE, W.W., R.F.ALLEN, A.F.HAERER, E.R.BRYAN:
Study of lipids in cerebrospinal fluid and serum.
Arch. Neurol. 12, 300-310 (1965).

163. TUNA, N., J.LOGOTHETIS, R.KAMMERECK:
The fatty acids of the human cerebrospinal fluid: Their relation to the serum fatty acids.
Neurology 13, 331 (1963).

164. VIKROT, O.:
Quantitative Determination of plasma phospholipids in pregnant and non-pregnant women, with special reference to lysolecithin.
Acta med. Scand. 175, 443-453 (1964).

165. VOGEL, W.C., L. ZIEVE, R.O.CHARLTON:
Measurement of serum lecithin, lysolecithin and sphingomyelin by a simplified chromatographic technique.
J.Lab. clin. med. 59, 335 (1962).

166. WALLACE, B. J., S. M. ARONSEN, B. W. VOLK:
Histochemical and biochemical studies of globoid cell leucodystrophy.
J. Neurochem. 11, 367-376 (1964).

1967. WAN, A. T., C. H. CARTER:
Cholesterol content in cerebrospinal fluid of hydrocephalus.
Clin. chim. Acta 13, 546 (1966).

168. WEBSTER, G. R.:
Studies on the plasmalogens of nervous tissue.
Biochim Biophys. Acta 44, 109-116 (1966).

1969. WENDER, M.:
Studies of cerebral lipids in a relapsing case of carbon monoxide poisoning.
Acta neuropath. 2, 371-377 (1963).

170. WENDER, M., Z. WALIGORA:
Ergebnisse chem. Untersuchungen von Gehirngewebe bei Demyelisationskrankheiten.
Psychiatr. 16, 299-303 (1964).

171. WENDER, M., W. JURCZYK, K. STENGERT:
Cerebral lipids in myelinopathy caused by cardiac arrest-
Acta Neuropath. 4, 238-244 (1964).

172. WÜTHRICH, R., C. G. HONEGGER:
Lipidveränderungen in der weißen Gehirnsubstanz bei multipler Sklerose. Dünnschichtchromatographische Analyse und Gegenüberstellung von chemischen und histologischen Befunden.
Dtsch. Z. Nervenheilk. 184, 255-263 (1963).

173. YANAGIHARA, T., J. N. CUMINGS:
Lipid metabolism in cerebral edema associated with human brain tumor.
Arch. Neurol. 19, 241-247 (1968).

174. YANAGIHARA, T., J. N. CUMINGS:
Alterations of phospholipids, particularly plasmalogens, in demyelination of multiple sclerosis as compared with that of cerebral edema.
Brain 92, 59-70 (1969).

175. ZAHLER, P.:
Bestimmung von Kephalin, Lecithin, Lysolecithin und Sphingomyelin im Serum oder in anderen biologischen Flüssigkeiten.
Z. klin. Chem. u. klin. Biochem. 5, 191-198 (1967).

176. ZILKHA, K. J., B. MC ARDLE:
The phospholipid composition of cerebrospinal fluid in diseases associated with demyelisation.
Quart. J. Med. 32, 79-97 (1963).

197. ZÖLLNER, N.:
Untersuchungen über das Verhalten der Plasmalipoide bei idiopathischer Hypercholesterinämie, unter besonderer Berücksichtigung der Cholesterinester.
Z. klin. Chem. 1, 18-24 (1963).

178. ZÖLLNER, N., G. WOLFRAM, W. LONGDONG, K. KIRSCH:
Untersuchungen über Plasmalipoide des Neugeborenen, Säuglings und Kleinkindes.
Klin. Wschr. 44, 380-388 (1966).

Herrn Professor Dr. med. O. S c h r a p p e möchte ich ganz besonders herzlich für die Überlassung des Themas und die Übernahme des Referates sowie seine stets hilfreiche Unterstützung und ständige Diskussionsbereitschaft bei der Durchführung der vorliegenden Arbeit danken.

Herrn Priv. Doz. Dr. Gerhard L i e b a l d t danke ich ergebenst für die Übernahme des Korreferates.

L E B E N S L A U F

Am 3. 8. 1943 wurde ich als ältester von fünf Söhnen des Bauleiters Paul Goebel und seiner Ehefrau Ursula, geb. Roth, in Dresden geboren. Von 1949 bis 1953 besuchte ich die Volksschule in Hoffnungsthal bei Köln, von 1953 die in Rheinhausen bis 1954. Von 1954 bis 1963 durchlief ich das naturwissenschaftliche Gymnasium in Rheinhausen, wo ich am 1. 3. 1963 das Abitur ablegte.

Zum Wintersemester 1963/64 nahm ich das Studium der Medizin an der Universität Tübingen auf und bestand dort am 9. 10. 1964 das Vorphysikum, am 5. 4. 1966 das Physikum. Nach je einem Semester an den Universitäten in Kiel und Wien studierte ich an der Universität in Marburg weiter, wo ich mein Studium mit dem medizinischen Staatsexamen am 20. 8. 1969 abschloß.

Als Medizinalassistent war ich vom September bis Dezember 1969 an der chirurgischen Abteilung des Johanniterkrankenhauses Rheinhausen, vom Januar bis Juni 1970 an den Medizinischen Abteilungen des Allgemeinen Krankenhauses Eilbek in Hamburg und von Anfang Juli bis Ende August 1970 an der Universitätsnervenklinik in Würzburg tätig. Am 9. 9. 1970 wurde mir die Approbation als Arzt erteilt. Seither bin ich als Assistent an der Universitäts-Nervenklinik Würzburg tätig.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die Dissertation selbständig angefertigt, dabei keine anderen Hilfsmittel als die im Quellen- und Literaturverzeichnis und in den Anmerkungen genannten benutzt, alle aus Quellen- und Literaturverzeichnis ganz oder annähernd entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht und einzeln auch die Fundstellen nachgewiesen habe.
Ich habe die Dissertation noch keiner anderen Fakultät vorgelegt mit dem Ziel, einen akademischen Grad zu erwerben.

Würzburg, den 31. 10. 1972

Berthold Goebel

Dissertationsdruck
Schmitt & Meyer

Würzburg Ludwigkai 28a Tel. 7 23 80

Dissertationsdruck
Schmitt & Meyer

Würzburg Ludwigkai 28a Tel. 7 23 80